

TARTU ÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Bertram Sargla

**BOLLINGER'I VAHEMIKU JA SUHTELISE TUGEVUSE
INDEKSI KOMBINEERIMISEL TULETATUD
KAUPLEMISSTRATEEGIA TOOTLUSE HINDAMINE
AKTSIAINDEKS S&P 500 PÕHJAL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: vanemteadur Jaan Masso

Tartu 2020

Suunan kaitsmisele

(juhendaja allkiri)

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

/allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi klassikaliste käsitluste roll kauplemisstrateegia loomisel	7
1.1. Bollinger'i vahemiku olulisus kauplemisstrateegia loomisel	7
1.2. Suhtelise tugevuse indeksi teoreetilised alused ja roll tehnilises analüüsis .	11
1.3. Ülevaade varasematest uurimustest Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi kasutamisest tehnilisel analüüsil põhinevates kauplemisstrateegiates.....	14
2. Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi kombineerimisel tuletatud kauplemisstrateegia rakendamine S&P 500 näitel	17
2.1. Andmed ja metoodika	17
2.2. Kauplemisstrateegiate tulemuslikkuse analüüsi tulemused	25
2.3. Kauplemisstrateegiate võrdlemine osta-hoia strateegiaga	32
Kokkuvõte	35
Viidatud allikad.....	37
Lisad.....	40
Lisa 1. Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 10 päeva, SPY põhjal tehtud tehingute tulemused.	40
Lisa 2. Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 20 päeva, SPY põhjal tehtud tehingute tulemused.	41
Lisa 3. Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 50 päeva, SPY põhjal tehtud tehingute tulemused.	42
Summary	43

SISSEJUHATUS

2010ndad aastad aktsiaturgudel jäävad Yahoo!Finance! finantsandmebaasi kohaselt meenutama kokkuvõttes ligi 200 protsendilist tõusu. 10-aastane periood on näinud nii suuremaid tõuse kui languseid. Kui vaadata Standard & Poor's 500 (S&P 500) USA aktsiaturu indeksi 2010. aasta jaanuari avahinda ning 2019. aasta detsembri sulgemishinda, siis võib öelda, et kokkuvõttes oli möödunud dekaad positiivse kasvujoonega. Selline turg meelitab ligi palju investoreid, kuid õhku jääb küsimus, kuidas maksimeerida tulemuslikkust?

Tehniline analüüs on tõenäoliselt üks esimesi investeerimisanalüüsi meetodeid, mille algusjärk jääb ilmselt 19.sajandi algusesse. Selle puhul otsitakse korduvaid mustreid, mille abil prognoosida hinnaliikumisi. Üks paljudest mustrite eristamise moodusteks on Bollinger'i vahemik, mille töötas välja John Bollinger 80ndatel. Bollinger'i vahemik koosneb ülemisest ja alumisest standardhälvest, mis on traditsiooniliselt kujutatud mõlemal pool 20 päeva libisevat keskmist. Kui aktsiahind puudutab või ületab embakumba joont, peetakse turgu ülehinnatuks või alahinnatuks ning sellele vastavalt prognoositakse aktsiahinna langust või tõusu.

Aktsiakauplemise strateegiad väljatöötades peab tähelepanu pöörama just tasakaalu ning üldist seisu kirjeldavate komponentide ühendamisele. Multikollineaarsuse lõksu vältimiseks kahte tehnilise analüüsi indikaatorit kombineerides on oluline, et indikaatorid ei põhineks samadel andmetel. Näiteks ei soovitata kombineerida Bollinger'i vahemikku Envelopes'id, Chaikin'si volatiilsust, keskmist tõelist vahemikku, volatiilsuskanalite indikaatorit, projektsioonostsillaatorit, sest nad kõik näitavad ühte asja: volatiilsust. Bollinger'i enda soovitus on kasutada ühte indikaatorit igast kategooriast: ühte impulssi näitavat indikaatorit, ühte trendi näitavat indikaatorit ja ühte volatiilsust näitavat indikaatorit. (Bollinger, 2002: 140) Käesoleva töö autor ongi võtnud Bollinger'i soovituset eeskujuks, et luua parim võimalik indikaatorite kombinatsioon, mis arvestab ka trendifaktoriga.

Bakalaureusetöö autor valis kaheks kombineeritavaks tehnilise analüüsi indikaatoriks Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi (RSI). Bollinger'i vahemikuga paralleelselt on mõistlik rakendada kas trendidel, momentumil või kauplemismahul

põhinevaid indikaatoreid. Kuna Bollinger'i vahemik üksinda ei pruugi anda kõige täpsemaid ostu- ja müügisignaale, siis trendi suhtelise tugevuse määramiseks sobib ideaalselt üks populaarsemaid indikaatoreid, milleks on suhtelise tugevuse indikaator. See indikaator on impulssidel põhinev indikaator, mis aitab määrata, kas väärtpaberid on üle müüdud või üle ostetud.

Käesolevas töös rakendatakse kirjeldatud tehnilise analüüsi lähenemist USA Standard & Poors 500 aktsiaturu indeksile. Standard & Poor's 500 on turukapitalisatsiooniga kaalutud indeks, mis tähendab, et 500 USA parima ettevõtte turukapitalisatsioonid on kohandatud avalikult kauplemiseks olevate aktsiate arvuga. Seda indeksit peetakse USA aktsiaturul üheks olulisemaks võrdlusalususeks, mistõttu on tal tähtis roll aktsiaturu trendide kujunemises. Võttes lisaks arvesse ka Standard & Poor's 500 indeksi varjukülgi, on ta ikkagi sobiv kauplemismustrite ja trendide esindamiseks.

Bakalaureusetöö eesmärgiks on hinnata Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi kombineerimisel tuletatud kauplemisstrateegia tulemuslikkust USA aktsiaindeksi Standard & Poor's 500 põhjal. Töö eesmärgi saavutamiseks on autor püstitanud järgnevad uurimisülesanded:

- kirjeldada tehnilisel analüüsil põhineva indikaatori Bollinger'i vahemiku ülesehitust;
- avada tehnilisel analüüsil põhineva suhtelise tugevuse indikaatori ülesehitust;
- teha ülevaade varasematest uuritavatest kauplemisstrateegiatest, mis põhinevad Bollinger'i vahemikul ja suhtelise tugevuse indeksil;
- indikaatorite eripäradest tulenevalt luua konkreetset sisenemis- ja väljumistingimused;
- määrata mõõdikud kauplemisstrateegia tulemuslikkuse mõõtmiseks;
- tehingutasude arvestamine;
- kauplemisstrateegia võrdlemine „osta ja hoia“ strateegiaga.

Bakalaureusetöö koosneb kahest osast, mis jagunevad teoreetiliseks ja empiiriliseks, lisadest, kokkuvõttest ja võõrkeelsest kokkuvõttest.

Teoreetiline osa koosneb bakalaureusetöös kasutatavate indikaatorite ja indeksi aluste uurimisel ning nende kasutamisele aluspõhja leidmisel. Bollinger'i vahemiku kirjeldamisel toetub autor peamiselt John Bollinger'i, kes töötas välja Bollinger'i vahemiku, teosel ja tehnilise analüüsi eripärasid lahkavatel raamatutel: „Bollinger on Bollinger Bands“ (2002), Glenn Wilson'i „Bollinger Band Trading“ (2014). Suhtelise tugevuse indeksi kirjeldamisel kasutab bakalaureusetöö autor Steven B. Achelis'e raamatut „Technical Analysis from A to Z“ (2003) ja Alton Swanson'i „Relative Strength Index“ (2014). Standard & Poor's 500 aktsiaindeksit kirjeldab autor mitmete veebiväljaannete poolt avaldatud dokumentide põhjal: „S&P U.S. Indices Methodology“ (2019), Caroline Valetkevitch'i „Key dates and milestones in the S&P 500's history“ (2013), "S&P Indices Index Mathematics Methodology" (2011).

Empiiriline osa keskendub Bollinger'i vahemikul ja suhtelise tugevuse indeksil põhineva kauplemisstrateegia väljatöötamisel. Edasi rakendab autor loodud strateegiat Standard & Poor's 500 aktsiaindeksit esindava SPY indeksfondi peal määratud ajavahemikus. Empiirilises osas on lahti selgitatud ja põhjendatud sisenemis- ja väljumisreegleid, mida loodud kauplemisstrateegia puhul rakendatakse. SPY indeksfondi andmed sai autor Yahoo!Finance finantsandmebaasist ajaperioodi 03.01.2000 – 30.12.2019 kohta. Ajavahemikku jääb kaks finantskriisi ning ligi kümneaastane kasvuperiood, mis on autori arvates piisavalt eriilmeline, et jõuda täpseimate tulemusteni. Empiirilise osa eesmärgiks on hinnata loodud kauplemisstrateegia tulemuslikkust ning võrrelda saadud tulemusi osta-hoia strateegiaga.

Autor valis uuritava valdkonna, sest näeb selle ala vähest uurimist. Ühtlasi on motivatsiooniks lükata ümber seni erinevates uurimustes kinnitust leidnud tõsiasi, et Bollinger'i vahemiku kasutamine kauplemisstrateegias ei ole tulusam osta ja hoia strateegiast, nagu töid välja Lento *et al.* (2007) ja Marek *et al.* (2017). Kombineerides Bollinger'i vahemikku teiste indikaatoritega ning muutes väljumisreegleid, muutub autori arvates kauplemisstrateegia tõhusamaks. Lisaks on teema edasiarendus senistest uurimustest Bollinger'i vahemikust.

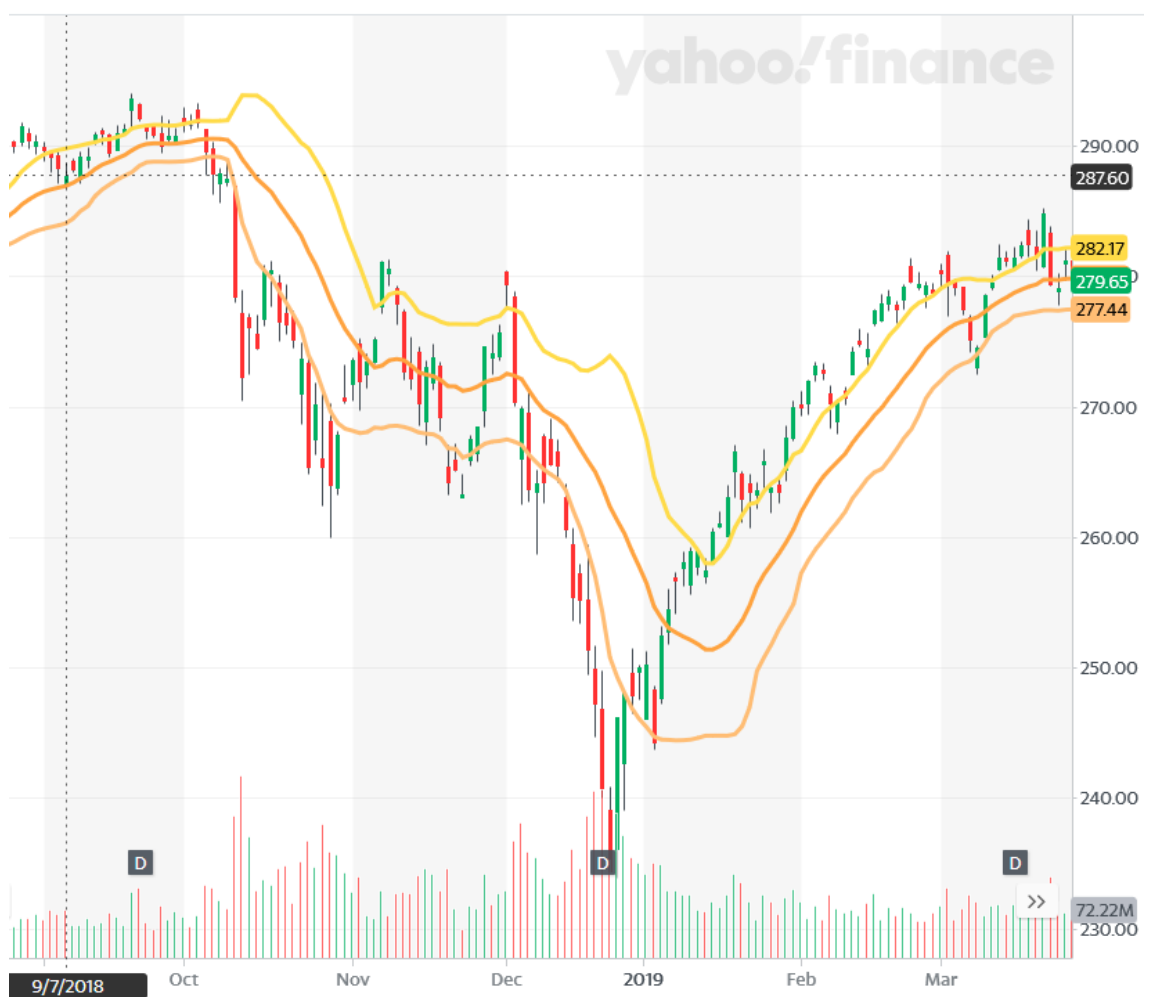
Märksõnad: Bollinger'i vahemik, suhtelise tugevuse indeks, kauplemisstrateegia, tehniline analüüs, aktsiaturg.

1. BOLLINGER'I VAHEMIKU JA SUHTELISE TUGEVUSE INDEKSI KLASSIKALISTE KÄSITLUSTE ROLL KAUPLEMISSTRATEEGIA LOOMISEL

1.1. Bollinger'i vahemiku olulisus kauplemisstrateegia loomisel

John Bollinger annab endanimelise vahemiku kohta väga täpse definitsiooni. Bollinger'i vahemik koosneb kahest joonest, mis on tõmmatud ümber aktsiagraafikul asetseva hinnastruktuuri. Nende joonte eesmärk on pakkuda arusaama aktsiahinna suhtelistest madalatest ja kõrgetest väärtustest: hinnad ülemise joone (joonis 1.1 kollane trendijoon) lähedal on kõrged, hinnad alumise joone (joonis 1.1 oranž trendijoon) lähedal on madalad.

Joonis 1.1. S&P 500 20 perioodi Bollinger'i vahemik



Allikas: Yahoo!Finance!

Ülemine ja alumine joon põhinevad libiseval keskmisel, mis kirjeldab keskmist trendi. Bollinger ise peab keskmise trendi vaikumisi väärtuseks 20 perioodi libisevat keskmist. Joontevaheline ala on määratud volatiilsusmõõdikuga, milleks on standardhälve. Volatiilsuse arvutamiseks kasutatakse samu andmeid, mida libiseva keskmise puhul. Ülemine ja alumine piir tuletatakse keskmise kahe standardhälbe vaikumisi distantssidelt. (Bollinger 2002: 21-22)

Standardhälbe arvutamiseks tuleb kõigepealt mõõta andmete keskmine ja seejärel lahutada see keskmine olemasolevate andmete igast punktist (antud juhul hinnast). Tulemuseks saame loendi keskmistest hälvetest, millest osad on positiivse väärtusega, osad negatiivse väärtusega. Mida volatiilsemad antud tulemused on, seda suurem on loendis dispersioon, see tähendab, et seda rohkem uuritav suurus varieerub. Järgmisena tuleb arvutada loendi summa. Dispersiooni arvutamiseks on vaja eemaldada negatiivsed keskmiste hälvete väärtused, sest vastasel juhul on tulemuseks null. Hälvete ruutu võtmise järel tuleb keskmine hälve ruutu võtta ja sellest võtta omakorda ruutjuur nagu on näha valemist 1. (Bollinger 2002: 52)

$$(1) \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N - 1}}$$

kus

x = andmepunkt (aktsiahind kindlas punktis, dollarites),

μ = keskmine (aktsiahindade andmete keskmine),

$N-1$ = punktide arv kokku.

Üldiselt arvestatakse Bollinger'i vahemiku ajavahemikuks 20 päeva, mis on ligikaudne kauplemisspäevade arv ühes kuus. Kõrvale võetakse ± 2 standardhälbe kordaja. Ajavahemikku lühendades tuleb vähendada ka standardhälbe kordajat, mida vahemiku arvutamisel kasutatakse. Sarnaselt ajavahemikku pikendades tuleb standardhälvet suurendada. Selle põhjuseks on standardhälbe enda omadused. Valimi suurusega 30 või rohkem kauplemisspäeva, ± 2 standardhälbe kordaja peaks sisaldama 95 protsenti andmetest. (Bollinger 2002: 53-54)

Bollinger'i vahemikust saab tuletada kaks indikaatorit: %b ja *BandWidth*. %b annab signaali, kus paiknetakse Bollinger'i vahemiku suhtes ning on tähtis kauplemisstrateegia loomisel, ühendades hinna ja indikaatori liikumised. *BandWidth* annab teada, kui laiad vahemikud olema peavad.

$$(2) (Viimane - alumine BB) / (\text{ülemine } BB - \text{lower } BB)$$

Kui viimane hind puudutab ülemist piiri, siis valem on 1,0, kui viimane hind puudutab alumist piiri, on valemi vastuseks 0,0 ja kui keskmist piiri, siis 0,5. Samas võib vastus liikuda üle 1,0 ja ka alla alumise piiri 0,0 negatiivseks (Bollinger 2002: 60).

$$(3) (\text{Ülemine } BB - \text{alumine } BB) / \text{keskmise } BB$$

BandWidth'i arvutamiseks tuleb lahutada alumine piir ülemisest piirist, seejärel normaliseerida jagades keskmise piiriga, nagu nähtub valem 3-st (Bollinger 2002:63). *BandWidth* võimaldab tuletada volatiilsuse madala taseme, millelt volatiilsuse tõus on äärmiselt tõenäoline. (Bollinger 2002: 60-64)

Tabel 1.1. Bollinger'i vahemiku soovituslikud parameetrid

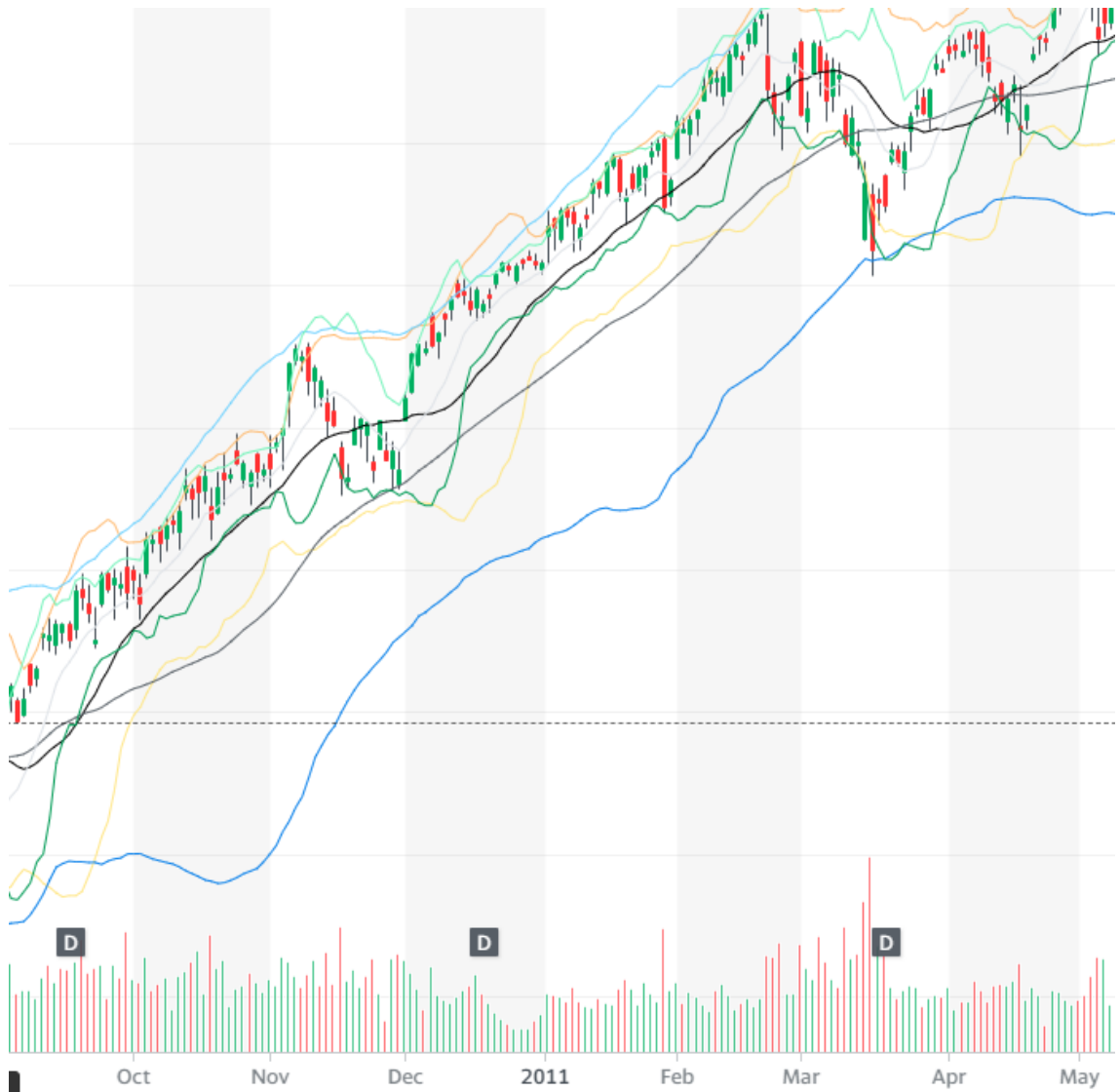
Perioodid	Kordaja
10	1,9
20	2,0
50	2,1

Allikas : Bollinger 2002: 54

Bollinger'i vahemiku arvutamiseks kasutatakse libiseva keskmise ja standardhälve puhul tavaliselt sama kauplemispäevade arvu. Kõige populaarsema 20 päeva sulgemishindadel põhinevat Bollinger'i vahemikku arvutatakse 20 päeva libisevat keskmist ja 20 päeva standardhälvet arvesse võttes. Gradojevic *et al* (2007) leidis 12 erinevat Bollinger'il põhinevat strateegiat uurides, et parima tulususega on strateegia, mis põhineb 20 päeva sulgemishindade libiseval keskmisel ning kasutab standardhälbe kordajaks 2,0. Kõige järjepidevamaid ja paremaid tulemusi on andnud Tabelis 1.1 välja toodud soovituslikud parameetrid. Kõigepealt korrutatakse standardhälbe kordaja standardhälvega ning seejärel liidetakse mingi perioodi sulgemishindade libiseva keskmisega, selliselt saadakse tulemuseks Bollinger'i vahemiku ülemine piir. Alumise piiri saamiseks on vaja mingi

perioodi sulgemishindade libisevast keskmisest lahutada standardhälbe kordajaga läbi korrutatud standardhälve.

Joonis 1.2. S&P 500 10 (roheline märgistus),20 (oranž märgistus) ja 50 päeva (sinine märgistus) Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodid



Allikas: Yahoo!Finance!

Jooniselt 1.2. nähtub, et mida suurem on tagasivaateperiood, seda kaugemaks lähevad Bollinger'i vahemiku ülemine ja alumine hinnapiir. Sarnaselt vähenevad ka vastavalt ülemise ja alumise hinnapiiri lõikumised hinnajoonega. Selleks, et 10 päevase ja 50 päevase tagasivaateperioodi puhul hõlmaks Bollinger'i vahemik hinnaliikumist sama suures osas kui 20 päevase tagasivaateperioodi puhul, on vaja standardhälbe kordajat vastavalt vähendada 0,1 võrra ja suurendada 0,1 võrra.

1.2. Suhtelise tugevuse indeksi teoreetilised alused ja roll tehnilises analüüsis

Suhtelise tugevuse indeks ehk RSI (*Relative Strength Index*) töötas välja J. Welles Wilder, mille avaldas oma raamatus „*New Concepts in Technical Trading Systems*“ 1978. aastal. Suhtelise tugevuse indeks on impulssi näitav indikaator, mis mõõdab väärtpaperite hinnamuutuse määra. Suhtelise tugevuse indeks võrdleb sulgemishindade tõusu nende langusega mingi kindla ajaperioodi jooksul.

Indikaator näitab tulemusi 0 ja 100 vahel. Kõige enam kasutatud tähiseks turu üleostetuse kohta peetakse seda, kui suhtelise tugevuse indeks tõuseb üle 70. Üle müümise näit esineb kui suhtelise tugevuse indeks langeb alla 30. Kõrge volatiilsusega turgudel on soovituslik kasutada suhtelise tugevuse indeksi piirideks 20 ja 80, tavapärase 30 ja 70 asemel.

Impulssi näitavaid mõõdikuid peetakse ühtedeks kõige täpsemateks hinnaliikumise suunamuutusele osutavateks indikaatoriteks. Joonis 1.3 näitab hästi, kuidas suhtelise tugevuse indeks langeb selgelt alla 30 piiri ning seejärel toimub hinnaliikumises trendimuutus. Siiski ei pruugi eelnevalt välja toodud käsitus kõikidel juhtudel paika pidada. Impulss viitab sellele, mil määral hind muutub fikseeritud perioodil. See tähendab, et ta on investoritele oluliseks tööriistaks, et aidata määrata trendi tugevust. (Bird *et al.* 2007)

Joonis 1.3. Suhtelise tugevuse indeks näitab SPY trendimuutust ajaperioodil 14.november 2018 kuni 28.veebruar 2019



Allikas: Yahoo!Finance!; autori täiendatud.

Wilder peab enda raamatus „*New Concepts in Technical Trading Systems*“ parimaks ajaaknaks suhtelise tugevuse indeksi kasutamiseks 14 perioodi. Järgnevalt on näidatud RSI arvutamiseks kasutatav valem,

$$(4) RSI = 100 - \left(\frac{100}{1 + RS} \right)$$

kus RS on võrdne keskmise kasv miinus keskmine kaotus. (Wilder 1978: 6 5)

Selleks, et suhtelise tugevuse indeksit arvutada, on vaja valemite 5 ja 6 põhjal iga päeva kohta teada sulgemishinna tõusu (U) või sulgemishinna langust (D) (Wilder 1978:63).

$$(5) U_{sulgemishind} = sulgemishind_t - sulgemishind_{t-1}$$

$$(6) D_{sulgemishind} = sulgemishind_{t-1} - sulgemishind_t$$

Kui U on Valemis 5 positiivne, siis D asendatakse 0-iga ja kui D on valemis 6 positiivne siis asendatakse U 0-iga.

Suhtelise tugevuse arvutamiseks määratakse U ja D puhul eksponentsiaalne libisev keskmine (EMA), kasutades kordajat α . Kordaja α (valem 7) aitab hiljutisematel sulgemishindadel eksponentsiaalsele libisevale keskmisele rohkem mõju avaldada, kui vanematel andmetel. See tähendab, et ta aitab hinnaliikumist siluda ning filtreerida lühiajalistest hinnakõikumistest tekitatud müra. Päevade arv tähistatakse N-iga. Libisev keskmine aitab limiteerida juhuslike tegurite mõju. Eelnevalt on mainitud, et Wilder soovib oma raamatus kasutada päevade arvuna 14, aga samas raamatus on näited esitatud võttes päevade arvaks 27. Mida väiksem on suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperiood, seda rohkem signaale ta genereerib. Seetõttu on parimaks tagasivaateperioodiks 2 kuni 6 (üldjuhul päeva). Nii väike tagasivaateperiood võtab arvesse vaid kõige hiljutisemad ning seega ka asjakohasemad hinnad. Kui me kasutame valemit

$$(7) \alpha = \frac{2}{N + 1}$$

võttes päevade arvaks Wilder'i näite põhjal 27, saame α väärtuseks 1/14.

Ekspponentsiaalse libiseva keskmise arvutamiseks on vaja arvutada lihtne aritmeetiline keskmine (*simple moving average*, SMA) valemi 8 abil. (Kolkova 2018)

$$(8) SMA_N = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N}$$

Ekspponentsiaalne libisev keskmine N+1 päeva kohta arvutatakse valemi 9 abil. (Kolkova 2018)

$$(9) EMA_{N+1} = \alpha \times X_{N+1} + (1 - \alpha) \times SMA_N$$

Pärast U sulgemishindade ekspponentsiaalse libiseva keskmise arvutamist saame arvutada suhtelise tugevuse valemiga 10.

$$(10) RS = \frac{EMA_U}{EMA_D}$$

Suhtelise tugevuse asendame valemis 4 RS-iga (*relative strength*) ja saame 0 ja 100 vahele jääva väärtuse, mida kutsutakse suhtelise tugevuse indeksiks (*relative strength index*, RSI).

Keskmine suhtelise tugevuse indeksi tase on 50. Üks võimalik tõlgendamisviis on, et kui hinnatase ületab altpoolt tulles keskmise suhtelise tugevuse indeksi väärtuse 50, siis on see märk tõusva trendi jätkumisest. Vastupidiselt, kui ülevalt poolt alla poole liikuv hinnatase lõikub suhtelise tugevuse indeksiga 50, siis on see märk langeva trendi jätkumisest.

Olukorras, kus turg on mõjutatud tugeva trendi poolt, on esialgset inertsit raske pöörduma panna. See tähendab, et üle ostmise ja üle müümise signaalid käituvad mitte ostu- ja müügisignaalistena, vaid näitavad, et turg on sisenenud konsolideerumise faasi. Tehnilise analüüsi kontekstis tähendab konsolideerumine ajaperioodi, mil hinnaliikumine on horisontaalne. Peale konsolideerumist liigub aktsiahind kas üles või alla. Suhtelise tugevuse indeksi puhul on oluline mõista, et üksinda kasutades annab indikaator palju valesignaale, mida ei saa tõlgendada ostu- ja müügisignaalistena. (Balog 2012: 62)

Bollinger'i vahemik on üks olulisematest volatiilsusel põhinevatest tehnilise analüüsi indikaatoritest, mis pärast on soovituslik kauplemisstrateegia loomisel kombineerida seda

impulssi näitava indikaatoriga. (Bollinger, 2002: 140) Positsiooni sisenemisel on tähtis ajastus, tihtipeale on selleks hetk, mil aktsiahind on oma liikumissuunda juba muutnud või muutmas. Selle ülesande lahendamiseks sobibki Bollinger'i vahemik. Suhtelise tugevuse indeks sobib tehnilise analüüsi süsteemis indikeerimaks, kas näiteks aktsia hind on üle ostetud või üle müüdud. Seetõttu saab öelda, et Bollinger'i vahemik ja suhtelise tugevuse indeks on üksteist täiendavad indikaatorid. Suhtelise tugevuse indeks oma impulssi näitava teguri ja Bollinger'i vahemik volatiilsust arvestava teguri tõttu.

1.3. Ülevaade varasematest uurimustest Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi kasutamisest tehnilisel analüüsil põhinevates kauplemisstrateegiates

Bollinger'i vahemik on üks populaarseimast ja enamlevinud väärtpaberite tehnilises analüüsis kasutatavatest indikaatoritest. Varasemad uurimused pakuvad mitmeid lähenemisi Bollinger'i vahemiku rakendamiseks.

Marek *et al.* (2017) uurib oma töös, kas peale 40 aastat selle avaldamisest, võib suhtelise tugevuse indeks endiselt olla konkuretsivõimeline teise sarnaste indikaatorite seas ja anda positiivseid tulemusi. Selleks võrdleb autor omavahel nelja strateegiat Standard & Poor's 500 suurimate aktsiate põhjal ajavahemikus 2006-2017. Kokku toimus ligikaudu 10 000 ostu- ja müügitehingut iga kauplemisstrateegiaga. Kasutatud neli kauplemisstrateegiat on järgmised:

1. suhtelise tugevuse indeksi soovituslikud parameetrid,
2. igaks kauplemispäevaks optimeeritud suhtelise tugevuse indeksi parameetrid,
3. osta ja hoia strateegia,
4. strateegia, mis põhineb Kelly kriteeriumil.

Kõige paremat tulusust näitas kõige lihtsam, osta ja hoia strateegia, kuigi ta näitas kõige kõrgemat standardhälvet. Suhtelise tugevuse indeksil põhinev strateegia näitas üldiselt suuremaid tulususi, kui olid esialgsed investeringud. Seega saab öelda, et suhtelise tugevuse indeksit saab edukalt kasutada kauplemissüsteemide loomisel. Siiski ei saa seda öelda optimeeritud mudeli kohta, sest tulemused näitasid halvemat tulusust kui tavalisel suhtelise tugevuse indeksil põhinev strateegia.

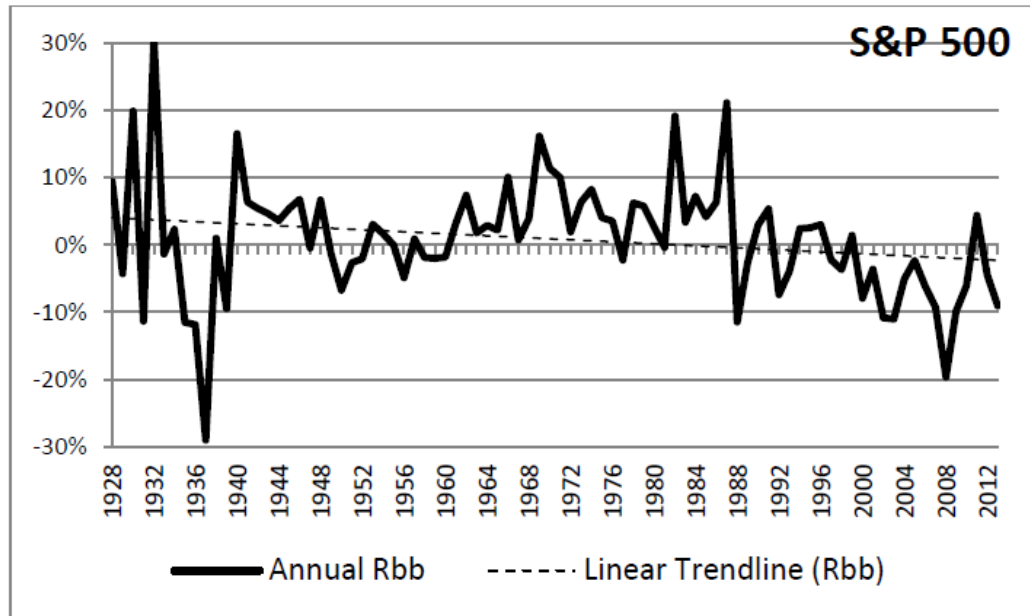
Bollinger'i vahemiku puhul on võimalik kasutada ka vastandlikku strateegiat, mida on uurinud Lento *et al.* (2007). See tähendab, et traditsiooniliselt kasutatud ostusignaale ja müügisignaale käsitletakse vastupidises järjekorras. Ülemist Bollinger'i vahemiku piiri puudutades või ületades annab aktsiahind ostusignaali ning alumist Bollinger'i vahemiku piiri puudutades annab aktsiahind müügisignaali. Uurimuses on kasutatud 2421 päevast sulgemishinda TSX, DJIA börsiindeksite ja Kanada-USA dollarite vahetuskursil ja 2196 vaatlust NASDAQ börsiindeksi sulgemishindadel. Uurimuse tulemustest selgub, et klassikaline Bollinger'i vahemiku strateegia jäi selgelt alla osta-hoia strateegiale, vastavalt 5,8% ja 18,8% TSX, DJIA ja NASDAQ-i börsiindeksite puhul. Kaheteistkümnest reeglist kaks andsid soovitud positiivse tulemuse. Autorid leidsid, et tulemuslikkus tõuseb tunduvalt, kui rakendada vastandlikku strateegiat. Kaheksa reeglit kaheteistkümnest saavutasid paremad tulemused kui klassikaline Bollinger'i lähenemine. Vastandlik lähenemine näitas kasvu 32,0%, klassikalise 16,6% vastu. Kokkuvõttes jõudsid autorid järeldusele, et sellistes tingimustes ei ole Bollinger'i vahemik efektiivne ning jääb selgelt alla osta-hoia strateegiale.

Pinakin *et al.* (2015) uurib suhtelise tugevuse indeksi ja Bollinger'i vahemiku efektiivsust neid omavahel võrreldes. Uuritud on kolme eri sektori seitsme ettevõtte aktsiate andmeid. Peamine eesmärk oli analüüsida aktsiahinna trendi, kasutades ajaloolisi turuandmeid. Autor kasutas aktsiate puhul päevaseid sulgemishindu. Tulemustest selgus, et kahest uuritud meetodist andis Bollinger'i vahemik parema tulususe kui suhtelise tugevuse indeks. Bollinger'i vahemik näitas keskmiselt 43,29% võrra suuremat tulusust kui suhtelise tugevuse indeks. Suhtelise tugevuse indeksi tulusus oli kuue ettevõtte kokkuvõttes -5,42% ja Bollinger'i vahemiku tulusus nende samade ettevõtete lõikes oli 94,39%. Ühtlasi oli ka Bollinger'i vahemiku poolt genereeritud ostu – ja müügisignaale rohkem, kui suhtelise tugevuse indeksi puhul.

Fang *et al.* (2017) kirjeldab, kuidas enne avalikkusele tutvustamist 1983. aastal oli Bollinger'i vahemik tulusam võrreldes hilisemaga, mil selle populaarsus tehnilises analüüsis kasvas laiematesse massidesse. Autorid väidavad, et nende ennustav jõud tundub olevat kadunud enamikel rahvusvahelistel turgudel alates 2001. aastast. See on aasta, mil Bollinger avaldas oma raamatus Bollinger'i vahemikust. Metodoloogilise poole

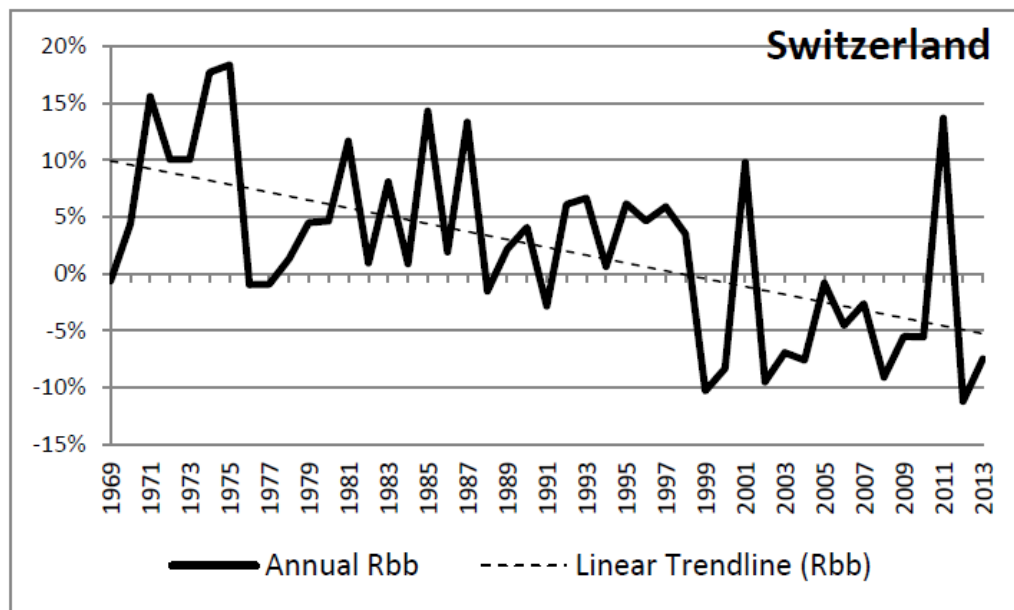
pealt uuriti 14 suuremat aktsiaindeksit 13 riigis. Ligipäas ajaloolistele andmetele võimaldas olenevalt indeksist uurida 44 – 130 aasta pikkuseid vahemikke.

Joonis 1.4. Standard & Poor's 500 aktsiaindeks Bollinger'i vahemiku aastased tulusused



Allikas: (Fang *et al.* 2017: 46)

Joonis 1.5. Šveitsi turu aktsiaindeksi Bollinger'i vahemiku aastased tulusused



Allikas: (Fang *et al.* 2017: 45)

Bollinger'i kauplemisstrateegia kasutamine investorite poolt on avaldanud mõju selle tulemuslikkusele. Joonistel 1.4 ja 1.5 on aga näha, et lineaarne trendijoon S&P 500 aktsiaindeksi puhul võrdlemisi sujuva langusega, võrreldes teiste rahvusvaheliste aktsiaturgude indeksitega. Näiteks Šveitsi indeksi puhul on lineaarse trendijoonel langus märkimisväärselt järsem.

2. BOLLINGER'I VAHEMIKU JA SUHTELISE TUGEVUSE INDEKSI KOMBINEERIMISEL TULETATUD KAUPLEMISSTRATEEGIA RAKENDAMINE S&P 500 NÄITEL

2.1. Andmed ja metoodika

Standard & Poor's 500 on USA aktsiaturu indeks, mis mõõdab 500 suurima börsiettevõtte tulemuslikkust. S&P 500 börsiindeksit peetakse USA aktsiaturu kõige esinduslikumaks näitajaks. (Kenton, W. 2019)

S&P 500 on ujuv-kaalutud indeks, mis tähendab, et turu kapitalisatsioon on kohandatud sellega, kui palju aktsiaid on väljas avalikuks kauplemiseks antud ajahetkel. Hoolimata sellest, et indeks sisaldab ainult suurimaid ettevõtteid peetakse seda ikkagi täpsemaks trendide näitajaks kui Dow Jones'i indeksit. DJIA (Dow Jones Industrial Average) sisaldab endas 30 mõjuvõimsamat börsiettevõtet ning indeksi väärtus liigub vastavalt sellele, kui mitu dollarit on ettevõtete aktsiahindade muutus. See tähendab, et DJIA ei võta arvesse ettevõtete osakaalu, vaid lähtub ainult hinnaliikumise suurustest nagu on näha ka valemist 11 (Shoven *et al.* 2000), kus ettevõtte aktsiahinda i ajahetkel t tähistatakse $P_{i,t}$ -ga ning jagajat d_t -ga.

$$(11) DJIA_t = \frac{1}{d_t} \sum_i P_{i,t}$$

S&P 500 vastupidiselt arvestab erinevate aktsiate osakaaluga turukapitalisatsioonis ning katab 70% kogu USA aktsiaturu väärtusest. (Little 2019) Seega võib öelda, et oma laiema haarde ja arvestava loomuga on S&P 500 parim võimalik trendi näitav indeks.

Kuna S&P 500 indeksi puhul räägime tema sümbolile SPY (olenevalt veebilehest ka GSPC, INX, \$SPX) vastavast börsiindeksist. Lihtsaim viis S&P 500-sse investeerida on

indeksfondide kaudu, mis on indeksi otsesed hinnaliikumist jäljendavad mudelid, mis tähendab, et hinnad on küll väiksemad, kuid muutused on propotsionaalselt samad.

S&P 500 indeksi hinda proovitakse hoida nii stabiilsena kui võimalik. Selleks kohandatakse seda nii, et see hõlmaks endas korporatiivseid tehinguid, millel on otsene mõju turukapitalisatsioonile (nt aktsiate täiendav emiteerimine, dividendid, ühinemised). Ainuke, mille suhtes indeksit ei kohandata on aktsiate poolitamised. Aeg-ajalt vahetatakse kindlate reeglite järgi indeksis sisalduvad börsiettevõtted välja, et säilitada jätkusuutlikkust. (Standard & Poor's 2019)

S&P 500 indeksi väärtuse arvutamiseks jagatakse kõigi 500 aktsia korrigeeritud turukapitalisatsiooni summa teguriga, mida nimetatakse jagajaks (*Divisor*). (Standard & Poor's 2019) Kuigi avalikkusel on ligipääs indeksi andmetele, siis jagaja täpne väärtus on ainult ettevõtte enda omanduses. Jagaja väärtuseks peeti 2019. aastal umbes 8,9 miljardit Ameerika dollarit. (Langager, C. 2019) Indeksi taset mõõdetakse valemiga

$$(12) \text{ Indeksi väärtus} = \frac{\sum(P_i * Q_i)}{\text{Jagaja}}$$

kus

P = iga aktsia hind,

Q = avalikuks kauplemiseks olevate aktsiate arv.

S&P 500 aktsiaindeks sobib oma omadustelt ja ülesehituselt täitma rolli, milles eeldatakse indeksi stabiilsust ja turgude trendide esindamist. Bollinger'i esitatud tingimustes on S&P 500 trendi näitavaks teguriks (võrreldes üksikute aktsitega, kus suurem roll on aktsia taga oleva ettevõtte käekäigul). 500 aktsiat ühes indeksis vähendab anomaaliade esinemist ning tugevdab sellega üldist trendi. Saab öelda, et kõik indeksid näitavad trendi, autori arvates sobib antud kauplemisstrateegia kontekstid just S&P 500 selleks kõige paremini.

Suhtelise tugevuse indeks on seega ideaalseks täienduseks impulsi tugevuse mõõtmiseks. Kauplemisstrateegia loomisel on suhtelise tugevuse indeksil koht volatiilsusteguri kõrval täita impulssi mõõtvat indikaatori rolli.

Kombineerides suhtelise tugevuse indeksit Bollinger'i vahemikuga vähendame valesignaali esinemise riski suhtelise tugevuse indeksi puhul. Bollinger'i vahemik on loomult volatiilsust näitav indikaator, mis on kolmandaks komponendiks kauplemisstrateegia loomisel. Kolmest eri komponendist kokku pandud kauplemisstrateegia välistab multikollineaarsuse lõksu sattumise.

Bakalaureusetöö empiirilises osas mõõdab autor Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksit kombineerides tuletatud kauplemisstrateegia tulemuslikkust Standard & Poor's 500 börsiindeksiga proportsionaalselt talitleva indeksfondi SPY peal. Seda põhjusel, et S&P 500 aktsiaindeksi endaga ei saa kaubelda. Analüüsiks kasutatakse lähteandmetena SPY päevaseid sulgemishindu ajavahemikus 03.01.2000 – 30.12.2019. Autor kasutab töös päevaseid kohandatud sulgemishindu, mis võimaldab hiljem tulemusi võrrelda osta ja hoia strateegiaga. Kohandatud sulgemishinnad on arvutatud ümber aktsiate jagunemise (*stock splits*) ja dividendide järgi. Antud ajavahemiku valimise üheks põhjenduseks on ajakohasus, mis tähendab, et tegemist on kõige hiljutisemate andmetega. Teiseks on fakt, et eelnevad 10 aastat on olnud aktsiaturgude jaoks tugeva positiivse trendiga. Selleks, et saada paremat ülevaadet väärtipaberite muutlikust loomusest on uuritavaks vahemikuks võetud just kaks eelmist dekaadi. Kokku on Yahoo!Finance finantsandmebaasist kogutud ajalooliste andmete põhjal 5029 sulgemishinda. Arvutuste tegemiseks ja tulemuste analüüsimiseks kasutas autor Microsoft Excel 2016 programmi.

Töö empiirilises osas on autor analüüsimiseks loonud kauplemisstrateegia, mis koosneb sisenemisreeglitest (*entry rules*) ja väljumisreeglitest (*exit rules*). Sisenemisreeglite puhul on kasutatud Bollinger'i vahemikku, et määrata volatiilsusmõõdiku abil ostu- ja müügisignaale. Seejärel vaatab autor, kas suhtelise tugevuse indeks on samuti soovitud vahemikus. Tingimuste täitumisel genereeritakse ostu- või müügisignaali. Pika positsiooni (*long position*) sisenemisreegel on järgmine:

- SPY aktsiaindeksi pika positsiooni ostusignaali saadakse, kui SPY kohandatud müügihind $t - 1$ perioodil on suurem Bollinger'i vahemiku ülemisest piirist ja SPY kohandatud päevane sulgemishind perioodil t on väiksem Bollinger'i vahemiku ülemisest piirist ning suhtelise tugevuse indeksi väärtus on alla 70.

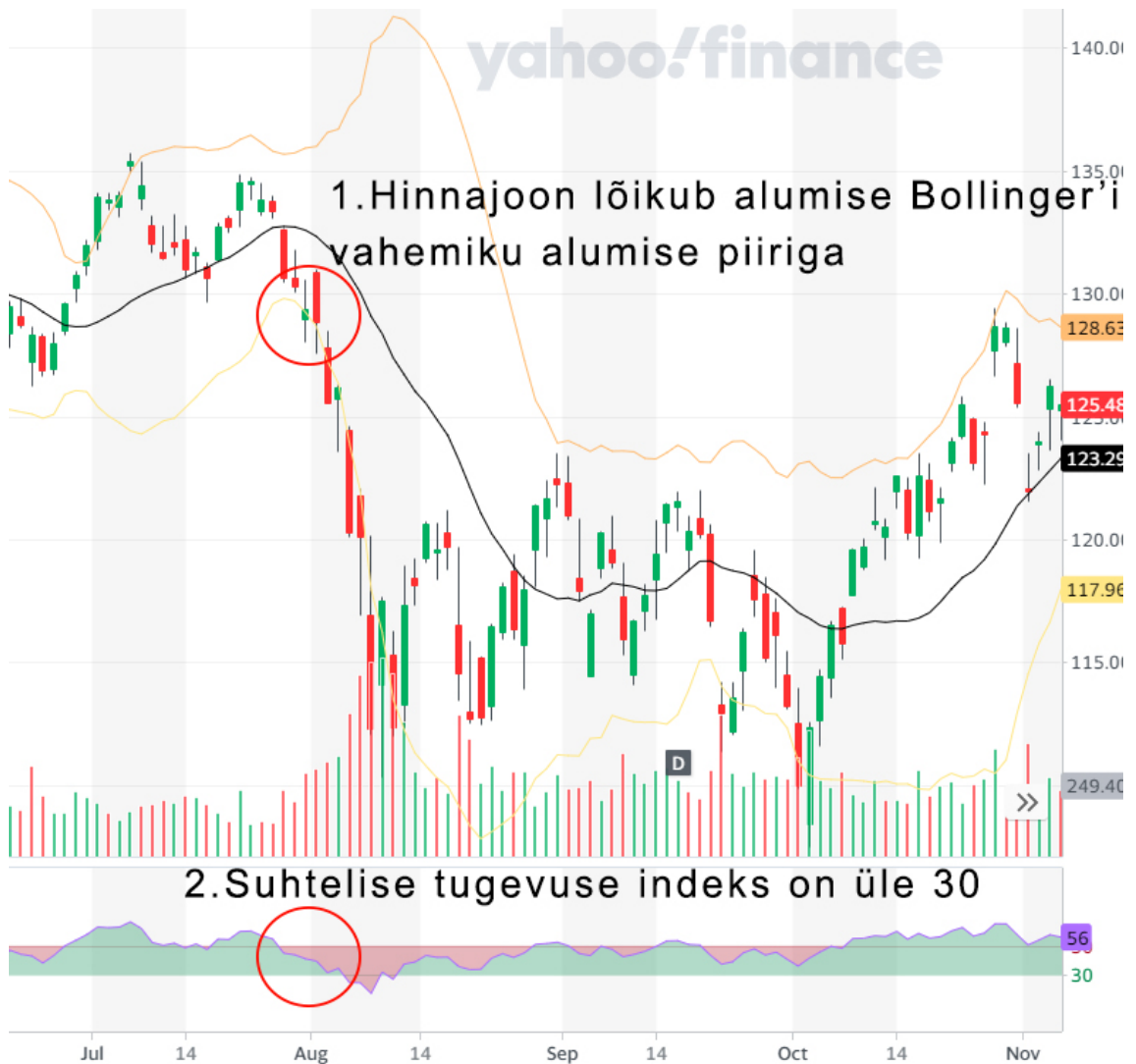
Lühikese positsiooni (*short position*) sisenemisreegel on järgmine:

- SPY aktsiaindeksi lühikese positsiooni ostusignaal saadakse, kui SPY kohandatud müügihind $t - 1$ perioodil on väiksem Bollinger'i vahemiku alumisest piirist ja SPY kohandatud päevane sulgemishind perioodil t on suurem Bollinger'i vahemiku alumisest piirist ning suhtelise tugevuse indeksi väärtus on üle 30.

Sisenemisreeglite puhul lähtub autor klassikalisest Bollinger'i vahemiku käsitlesest. Kui Bollinger'i vahemiku ülemine piir ristub altpoolt lõikuva hinnajoonega, tähendab see väärtpaberi hinnataseme kasvavat trendi ehk genereeritakse ostusignaal. Vastupidiselt, kui hinnajoon lõikub Bollinger'i vahemiku alumise piiriga ülevalt, tähendab see, et hinnatase on langemas ning genereeritakse müügisignaal.

Suhtelise tugevuse indeks on antud juhul kinnituseks, et aktsiaindeksi hind pole hetkel, mil Bollinger'i vahemik genereeris ostu- või müügisignaali, üle ostetud või vastavalt üle müüdud. Joonisel 2.1 on illustreeritud, kuidas sisenemissignaalid on saadud.

Joonis 2.1. Näide lühikese positsiooni sisenemissignaali genereerimisest.



Allikas: Yahoo!Finance!; autori täiendatud.

Ostu- ja müügipositsioonide väljumisreeglid põhinevad suures osas suhtelise tugevuse indeksil. Pika positsiooni väljumisreegel on järgmine:

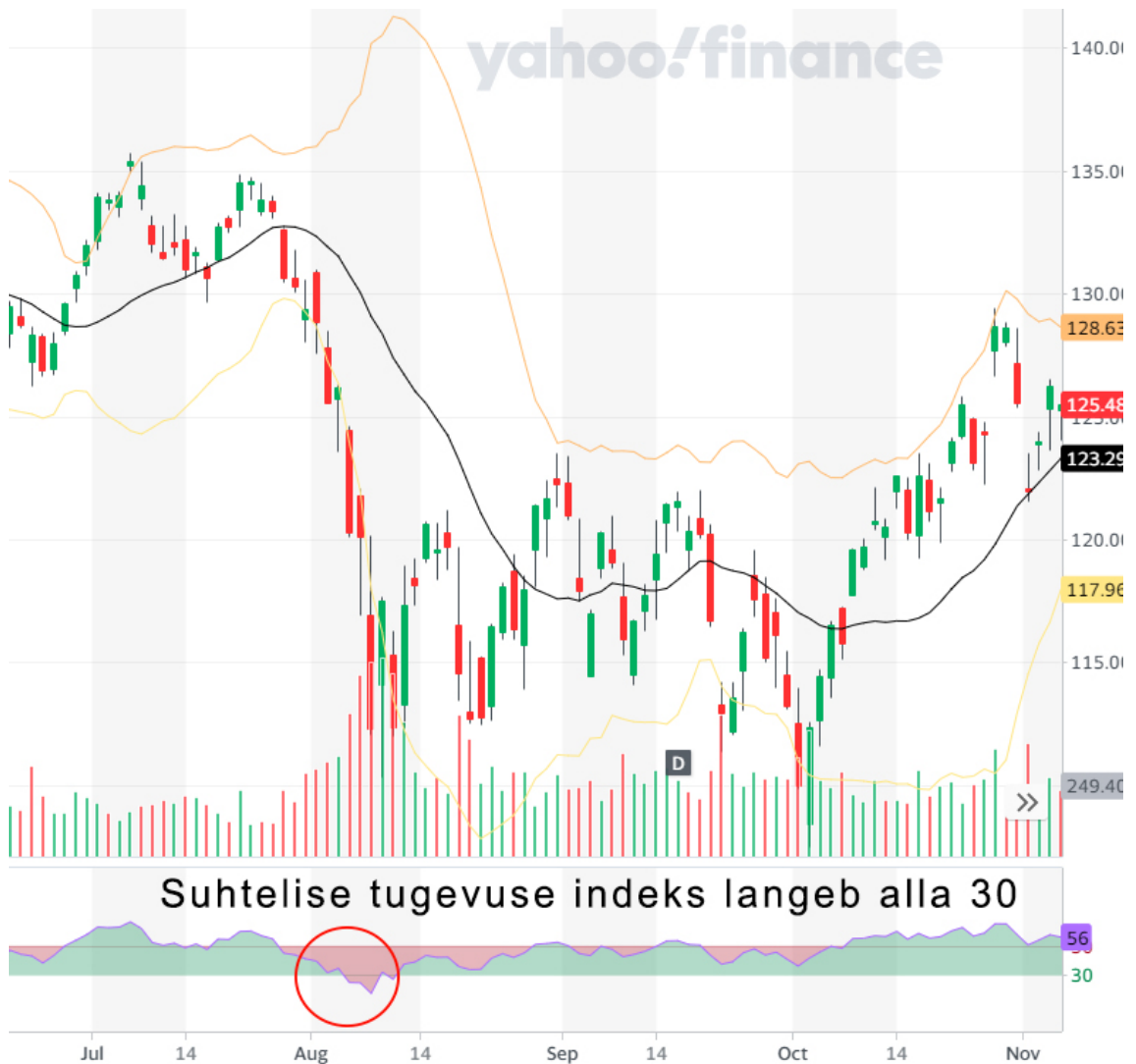
- SPY aktsiaindeksi pika positsiooni müügisignaali saadakse, kui SPY päeval sulgemisel perioodil t on suhtelise tugevuse indeksi väärtus üle 70 või alla 50. Kui pikk positsioon näitab realiseerimata kahjumit toimub positsioonist väljumine perioodil $t + 1$.

Lühikese positsiooni väljumisreegel on järgmine:

- SPY aktsiaindeksi lühikese positsiooni müügisignaali saadakse, kui SPY päeval sulgemisel perioodil t on suhtelise tugevuse indeksi väärtus alla 30 või üle 50. Kui lühike positsioon näitab realiseerimata kahjumit toimub positsioonist väljumine perioodil $t + 1$.

Väljumisreeglite puhul on autor lähtunud eelkõige sellest, et kui suhtelise tugevuse indeks annab märku aktsiaindeksi üle ostmisest või üle müümisest, tähendab see seda, et hinna suund on muutumas. Kuna väljumissignaali genereeritakse ühe indikaatori põhjal, siis signaali usaldusväärsus pole nii kõrge. Seega juhul, kui suhtelise tugevuse indeks on andnud valesignaali, toimub positsioonist väljumine järgmisel SPY sulgemisel. Ühtlasi on lubatud mitu erinevat avatud positsiooni samas varas. See tähendab, et positsioonist väljumist ei toimu uue sisenemissignaali kohtumisel. See suurendab autori arvates võimalust, et sobivatest kauplemistingimustest saadakse maksimaalselt parim tulemus. Joonisel 2.2 on illustreeritud, kuidas saadakse väljumissignaali.

Joonis 2.2. Näide lühikese positsiooni väljumissignaali genereerimisest.



Allikas: Yahoo!Finance!; autori täiendatud.

Käesolev töö võtab kauplemisstrateegia loomisel aluseks eelnevalt kirjeldatud sisenemis- ja väljumisreeglid, mille kujundamisel on kasutatud Bollinger'i vahemikku ja suhtelise tugevuse indeksit. Selleks, et tulemused annaksid põhjalikku tagasisidet SPY sulgemishindadel testitava kauplemisstrateegia kohta, kasutab autor kolme Bollinger'i tagasivaateperioodi: 10, 20 ja 50 päeva. Kõik Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodid kombineeritakse nelja suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodiga: 6, 10, 14, 20 päeva. Kombineerimise tulemusena saadakse 12 erinevate parameetritega tulemust, mis on piisav, et analüüsida Bollinger'i vahemikul ja suhtelise tugevuse indeksil põhineva strateegia tulemuslikkust.

Tuleb arvesse võtta, et ostu- ja müügitehinguid toimub ilmselt sadades. See tähendab, et igal tehingul on oma tehingutasu, mille eest börsimaaklerid tehingu sooritavad. Tehingutasu koosneb sisenemishinnast, väljumishinnast ning müüja hinna ja ostja hinna vahest (*spread*). Hudson *et al.* (1996) koostatud küsitluse järgi on minimaalne tehingukulu 0,1%. Chong *et al.* (2014) kohaselt on tehingutasud suuruses 1% õigustatud. Samas leiab Brock *et al.* (1992), et 1% tehingutasusid on liiga suur, et Ühendkuningriikide aktsiaturu peal testitud strateegiad tulusad suudaksid olla. Interactive Brokers'i (börsimaakler) kodulehel välja toodud hinnakirjas on USA aktsiaindeksitega kauplemine 0%, maksimaalselt on USA börsi aktsiatehing 1%. („Commissions,“ n.d.) Kuna tehingutasud sõltuvad sellest, mis riigi aktsiaturu tehing toimub, milliste aktsiate ja indeksitega on tegu, kes on tehingu sooritaja ja milline on täpsemalt investeerimiskonto, siis käesoleva bakalaureuse töö autori arvates, on 20 aasta SPY tehingute lõikes kõige tõenäolisem, et tehingute keskmine tehingutasu on 0,1%. Välja on toodud tulusused ka tehingutasu 0% puhul, mis aitab tulevikule mõeldes, kus aktsitega kauplemine muutub veel soodsamaks, arvestades seni toimunud trende, autori pakutud strateegiat perspektiivi panna. Ühtlasi on välja toodud ka 1% suurune tehingutasu.

Tulemuslikkuse analüüsimisel kasutatakse erinevaid populaarseid karakteristikuid, mis aitavad hinnata eraldi nii pika positsiooni tehingute kui ka lühikese positsiooni tehingute tulemusi. Kauplemisstrateegia hindamiseks kasutatavad karakteristikud (Leht 2014):

- tehingute arv,
- kasumlike tehingute arv,
- kahjumlike tehingute arv,
- tehingute täpsus,
- keskmine kasumlike tehingute tulusus,
- keskmine kahjumlike tehingute tulusus,
- keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing,
- keskmine kasum/kahjum ühe tehingu kohta,
- maksimaalne kasumlik tehing,
- maksimaalne kahjumlik tehing,
- tulusus.

2.2. Kauplemisstrateegiate tulemuslikkuse analüüsi tulemused

Järgnevalt on autor toonud lisades 1, 2 ja 3 välja Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodi ja suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi kombineerides tuletatud kauplemisstrateegiate tulemused. Bollinger'i vahemiku puhul on kasutatud soovituslikke 10, 20 ja 50 päeva tagasivaateperioode ning suhtelise tugevuse indeksi puhul 6, 10, 14 ja 20 päeva tagasivaateperioode. Kõik kombineerimise tulemusel saadud strateegiate läbiviidud ostu- ja müügitehingud põhinevad SPY päevastel kohandatud sulgemishindadel perioodil vahemikus 03.01.2000 – 30.12.2019.

Autori arvates oluline tuua tabelites eraldi välja pika positsiooni ja lühikese positsiooni tulemused. Lühikesse positsiooni sisenemine on teadupärast komplitseeritum, kui pikka positsiooni, seepärast on neid vaja ka eraldi käsitleda.

Järgnevalt esitatud tabelites ja viidatud lisades on lihtsuse mõttes kasutatud Bollinger'i vahemikule ja suhtelise tugevuse indeksile viitamisel kasutatud üldtuntud lühendeid „BB“ ja „RSI“.

Lisas 1 on Bollinger'i vahemiku 10 päeva tagasivaateperioodil saadud tulemused. Tehingute arvud on suhtelise tugevuse indeksi 6, 10, 14 ja 20 päeva tagasivaateperioodidele vastavalt 137, 249, 287 ja 308. Kõige suuremat tehingute arvu näidanud suhtelise tugevuse indeksi 20 päeva tagasivaateperioodi strateegia tulemus 308 tähendab, et keskmiselt toimus 15,4 tehingut aastas. Võttes arvesse, et sisenemissignaali saamiseks kombineeriti omavahel kaks tehnilise analüüsi indikaatorit, võib öelda, et antud ajaperioodi lõikes on toimunud tehingute arv piisav. Tulemustest selgub, et suhtelise tugevuse indeksi ja tehingute arvu vahel eksisteerib võrdeline seos, see tähendab, et mida suuremaks läheb tagasivaateperiood, seda rohkem tehinguid toimub. Liiga pikk tagasivaateperiood võib aga tehingute tulususele vastu töötada, sest suhtelise tugevuse indeks võtab arvesse liiga pika aja taguseid sulgemishindu, mis ei pruugi olla konkreetsetes ajahetkes enam asjakohased. Antud kontekstis on suurem tehingute arv loogiline, sest pikem tagasivaateperioodi puhul kõigub suhtelise tugevuse indeks rohkem ning ületab seetõttu sisenemisreeglites määratud piire keskmisest enam. Lühikese positsiooni tehingute arvud kõikide suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide lõikes on laias laastus kolmandiku võrra suuremad pika positsiooni tehingute arvudega

võrreldes. Arvestades, et SPY on 20 aastase perioodi jooksul enda väärtust mitmekordistanud ehk valdavalt tõusvas trendis liikunud, oleks oodanud kas sarnaseid tehingute arve või suuremaid pika positsiooni tehingute arve.

Pika positsiooni puhul on kasumlike tehingute arv samuti kolmandiku võrra suurem kui kahjumlike tehingute arv. Lühikese positsiooni kasumlike tehingute arvud on aga võrdluses kahjumlike tehingute arvudega ligi 3 korda suuremad. Kõige suurem lühikese positsiooni kasumlike tehingute arv on 129, millest 51 tehingut olid kahjumlikud. Sellise tulemuse saavutas suhtelise tugevuse indeksi 20 päeva tagasivaateperioodi strateegia. Samas on 14 päeva tagasivaateperioodiga strateegia 127 kasumliku tehinguga ja kõigest 43 kahjumliku tehinguga. Parimat tehingute täpsust näitab aga hoopis 6 päeva tagasivaateperioodiga strateegia, kus täpsus on üllatavad 78,57%. Siinkohal kehtib pöördvõrdeline seos suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide ja tehingute täpsuse osas ehk mida väiksem on tagasivaateperiood, seda suurem on tehingute täpsus. See võib olla tingitud asjaolust, et väiksem tagasivaateperiood võtab arvesse vaid kõige hiljutisemad sulgemishinnad, pakkudes kõige täpsemat suhtelise tugevuse indeksit. Pika perioodi tehingute täpsuse puhul kehtib samamoodi pöördvõrdeline seos suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodiga. Parimat tehingute täpsust pika positsiooni puhul näitab 6 päeva tagasivaateperiood, kus tehingute täpsus on 62.26%. Kõige madalam, kuid siiski täiesti arvestatavat tehingute täpsust näitab pika positsiooni lõikes 20 päeva tagasivaateperioodiga strateegia, kus tehingute täpsus on 57.03%.

Pika positsiooni tehingute juures on suhtelise tugevuse indeksi 6 ja 10 päeva tagasivaateperioodide puhul keskmiste kasumlike tehingute tulusused ligi poole väiksemad kui keskmiste kahjumlike tehingute puhul. See on hoiatav märk sellest, et Bollinger'i vahemikul ja suhtelise tugevuse indeksil põhinev kauplemisstrateegia on 10 päevase Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodi ja eelnevalt mainitud suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide juures ebaefektiivne, mis tähendab, et antud parameetrite juures pole strateegia pakkunud püsivalt tulusaid tehinguid. Kas 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide puhul jäävad kaskmised kasumlikud tehingud keskmistele kahjumlikele tehingutele selgelt alla. Siinkohal teeb situatsiooni huvitavaks see, et vastupidiselt pika positsiooni negatiivsetele näitajatele, näitavad lühikese positsiooni tulemused väga kõrgeid kordajaid. Keskmise kasumlik

tehing on 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi strateegia juures 3,66 korda suurem kui sama tagasivaateperioodiga strateegia keskmine kahjumlik tehing.

Pika positsiooni tehingute juures näitavad kõik strateegiad kahjumit ühe tehingu kohta, 14 päeva tagasivaateperioodiga strateegia näitab nulli. Lühikese positsiooni parameetrite arvestuses näitab strateegia keskmisi kasumeid ühe tehingu kohta. 6, 10, 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide juures vastavalt 0,94%, 1,01%, 1,34% ja 1,63% tehingu kohta. Huvitav on see, et tehingute täpsused on pöördvõrdselises seoses lühikeste positsioonide keskmiste kasumitega ühe tehingu kohta. See tähendab, et mida suurem on tehingute täpsus, seda madalam on keskmine kasum ühe tehingu kohta. Seda saab selgitada sellega, et suuremate suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide juures muutuvad tehingud riskantsemaks, ühe tehingu kasumid võivad suureneda, kuid samas ühe tehingu kahjumid suurenevad ka. Samas jäävad lühikese positsiooni maksimaalsed kahjumlikud tehingud võrdlemisi madalaks. 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodiga strateegia näitab lühikese positsiooni lõikes küll väga kõrget 26,20% maksimaalset kasumlikku tehingut, kuid maksimaalne kahjumlik tehing jääb võrdlemisi väikseks, vaid -3,19%.

Kõik lühikese positsiooni tehingute tulemused näitavad sarnaseid numbreid kõikide karakteristikute arvestuses. Ainus suurem erinevus tuleb sisse maksimaalse kasumliku tehingu ja tulususte puhul. 6 ja 10 päeva tagasivaateperioodide puhul on maksimaalsed kasumlikud tehingud vastavalt 6,18% ja 6,95% ning tulusused 78,73% ja 143,70%. Sealjuures 14 ja 20 päeva tagasivaateperioodid näitavad mitmeid kordi suuremaid maksimaalseid kasumlikke tehinguid, 20,79% ja 26,20%, tulusused on suurenenud võrreldes väiksemate tagasivaateperioodidega vastavalt 227,03% ja 292,98%-ni. Lähemal uurimisel selgub, et erinevused tulusustes põhinevad üksikutel üle 15% suurustel tehingutel 2008.aastal. Antud situatsiooni saab pidada anomaaliaks, sest tänu nendele üksikutele tehingutele suurenesid 14 ja 20 päeva tagasivaateperioodiga strateegiate tulusused kokkuvõttes ligi 100% võrra. Tehingud said võimalikuks tänu sellele, et tehingureeglites on lubatud mitu üheaegset positsiooni, seega toimusid suhteliselt lühikese perioodi jooksul ühe suurema languse jooksul mitu samaaegset sisenemist ning tehingutest väljumised alles peale seda, kui kõikidesse tehingutesse oldi sisenetud.

Hoolimata stabiilsetest ligi 60%-lisest tehingute täpsustest näitavad pikad positsioonid negatiivseid tulususi. Tehingute täpsused näitavad, mis on kasumlike tehingute osakaal üldises tehingute arvus. Vaid suhtelise tugevuse indeksi 14 päeva tagasivaateperioodil on pika positsiooni tehingud olnud positiivse märgiga, kuid tulusus oli vaid 0,54%. 6, 10 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide juures on saavutatud tulusused vastavalt -4,80%, -31,15% ja -34,03%. Seega saab järeldada, et antud parameetrite juures ei suutnud strateegiad pika positsiooni lõikes saavutada rahuldavaid tulemusi. Üldjoontes saab öelda, et Bollinger'i vahemiku 10 päeva tagasivaateperioodi juures toimis autori loodud strateegia eranditult lühikese positsiooniga tehingute puhul.

Lisas 2 on Bollinger'i vahemiku 20 päeva tagasivaateperioodil saadud tulemused. Valdavalt on tehingute arv, võrreldes Bollinger'i vahemiku 10 päeva tagasivaateperioodi kasutades saadud tehingute arvuga (lisa 1), ligi 200 võrra väiksem. Kui Bollinger'i vahemiku 10 päeva tagasivaateperioodi kasutades toimus 981 tehingut, siis 20 päeva tagasivaateperioodi kasutades 742. Kõige vähem tehinguid toimus suhtelise tugevuse indeksi 6 päeva tagasivaateperioodi juures, täpselt 100 tehingut. Sarnaselt lisa 1-s välja toodud tulemustele on tehingute arv ja suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperiood omavahel võrdelises seoses. See tähendab, et mida suurem on tagasivaateperiood, seda rohkem tehinguid toimus. 255 tehingut toimus suhtelise tugevuse indeksi 20 päeva tagasivaateperioodi kasutades, mis teeb umbes 12.75 tehingut aastas. Kui panna lühikese ja pika positsiooni tehingute arvud võrdlusesse on, sarnaselt lisas 1 saadud tulemustele, pika positsiooni tehinguid märkimisväärselt vähem, kui lühikese positsiooni tehinguid. Näiteks suhtelise tugevuse indeksi 6 päeva tagasivaateperioodi kasutades toimus kõigest 24 pika positsiooni tehingut, võrdluseks lühikese positsiooni tehinguid toimus 76.

Kasumlikke tehinguid oli kõikide suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide lõikes rohkem kui kahjumlikke tehinguid, seda nii pika kui ka lühikese positsiooni tehingute puhul. Kasumlikke tehinguid on nii 6, 10 ja 14 päeva tagasivaateperioodide lõikes üle 2 korra rohke, kui kahjumlikke tehinguid. Ainuke erinevus on 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi osas, kus kasumlike tehingute arv on 162 ja kahjumlike tehingute arv 93. Võrdluseks 14 päeva tagasivaateperioodi kasutamise tulemused, kus kasumlike tehingute arv on 160 ja kahjumlike tehingute arv on 64.

Tehingute täpsus pika positsiooni tehingute osas võrreldes lisas 1 välja toodud andmetega tõusis. Kui lisas 1 on pika positsiooni tehingute täpsused suhtelise tugevuse indeksi 6, 10, 14 ja 20 päeva lõikes 62,26%, 60,75%, 57,26% ja 57,03%, siis lisas 2 on tehingute täpsus vastavalt 66,67%, 71,43%, 64,29% ja 60,00%. Kõige suuremat tõusu näitab 10 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperiood, kus tehingute täpsus tõusis 10,68% võrra. Tehingute täpsused lühikese positsiooni tehingute puhul näitavad aga valdavalt langust, välja arvatud 14 päeva tagasivaateperioodi tulemus, kus tehingute täpsus tõusis 74,71%-ilt 76,98%-ni. Ülejäänud suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide juures jäävad langused vahemikku 3,5%-6,0%.

Kui seni on Bollinger'i vahemiku 20 päeva tagasivaateperioodi tulemused näidanud valdavas osas positiivset arengut, siis sarnaselt lisas 1 välja toodud tulemustele toovad keskmine kasumlik ja keskmine kahjumlik tehing välja pika positsiooni tehingute nõrkuse. Kõige suurem erinevus on pika positsiooni tehingute lõikes suhtelise tugevuse indeksi 10 päeva tagasivaateperioodi juures, kus keskmine kasumlik tehing on 0,84% ning keskmine kahjumlik tehing on 1,66%. Kõikide lühikese positsiooni tehingute puhul on aga lühikese positsiooni keskmine kasumlik tehing, keskmisest kahjumlikust tehingust suurem. Äkilise tõusu on teinud 14 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi lühikese positsiooni keskmine tehingu suurus, mis 10 päeva Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodi juures oli 1,89, 20 päeva tagasivaateperioodi juures aga juba 3,37. Lähemalt selle suure muutuse põhjuseid uurides, jõuame tagasi 2008.aasta tehingute juurde, kus suurem Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood on järsult suurendanud üksikute toimunud tehingute tulususi.

Keskmine tulusus ühe tehingu kohta kasvas 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi lõikes märgatavalt. Bollinger'i vahemiku 10 päeva tagasivaateperioodi juures on keskmised tulusused vastavalt 1,34% ja 1,63%, sealjuures 20 päeva tagasivaateperioodi juures 2,17% ja 2,09%. Pika positsiooni keskmine tulusus ühe tehingu kohta jäi kõikide suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide lõikes võrdlemisi madalaks.

Lühikese positsiooni maksimaalsed kasumlikud tehingud näitavad endiselt anomaaliat 14 ja 20 päeva tagasivaateperioodide lõikes, kus maksimaalsed kasumlikud tehingud on vastavalt 22,82% ja 28,23%. See anomaalia kajastub ka tugevalt tulusustes, kus need on

vastavalt 273,71% ja 302,96%. Kui 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi juures jäi tulusus võrreldes lisa 1 tulemustega enam-vähem samaks, siis 14 päeva tagasivaateperioodi juures tõusis tulusus 46,68%. Suhtelise tugevuse indeksi 6 päeva tagasivaateperioodi tulusus 78,17% on võrreldes lisa 1 tulemuselga jäänud samaks. 10 päeva tagasivaateperioodi tulusus on langenud võrreldes lisa 1-ga 143,70%-lt 108,11%-le. Pika positsiooni tulusused näitavad üldjoontes tõusu. Kui lisa 1 on kõigest 14 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperiood positiivse tulususega, siis lisa 2 on positiivse tulususega 10, 14 ja 20 päeva tagasivaateperioodid. Olenemata paranenud tehingute täpsuste tulemustest, jäävad tulusused siiski liiga väikseks, et pidada neid järjepidevalt tulu tootvateks. Sarnaselt lisa 1 kokkuvõttele saab öelda, et Bollinger'i vahemiku 20 päeva tagasivaateperioodi tulemused pakkusid soovitud tulususi ainult lühikese positsiooni tehingute lõikes.

Lisas 3 on välja toodud Bollinger'i vahemiku 50 päeva tagasivaateperioodil saadud tulemused. Tehingute arvud on suhtelise tugevuse indeksi 6, 10, 14 ja 20 päeva tagasivaateperioodidele vastavalt 143, 112, 130 ja 148. Kui lisa 1 on tehinguid kokku 981 ja lisa 2 742, siis lisa 3 on tehingute arv järsult langenud 533-le. Kõige suuremat tehingute arvu näitab 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperiood, kus toimus 148 tehingut, mis teeb ühe aasta kohta 7.4 tehingut, mida on ligi poole vähem kui Bollinger'i vahemiku 10 päeva tagasivaateperioodi ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi 15,4 tehingut aastas. Lühikese positsiooni puhul püsib tehingute arv 86 ja 94 vahel.

Lühikese positsiooni kasumlikke tehinguid on 6, 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi juures ligi kolm korda rohkem kui kahjumlikke tehinguid. Sealjuures on tehingute arvud võrdlemisi sarnased. Näiteks kasumlike tehingute puhul on tehingute arv vastavalt 63, 63 ja 68 tehingut. Erandiks on 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperiood, kus kasumlikke tehinguid on 51, kuid kahjumlikke lausa 43. Pika positsiooni tehingute juures on kasumlikke tehinguid umbes poole rohkem kui kahjumlikke tehinguid. Tavapärasest erinevat tulemust näitab 10 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperiood, kus kasumlikke tehinguid on 14 ja kahjumlikke tehinguid 13.

Tehingute täpsused on jäänud võrreldes lisa 2 tulemustega üllatavalt sarnaseks. Välja paistavad 2 suuremat erisust. Esimene neist esineb pika positsiooni 10 päeva suhtelise

tugevuse indeksi tagasivaateperioodi juures, kus võrreldes lisa 2-s välja toodud 71,43%-line tehingu täpsus on langenud ligi 20% ja on 51,85%. See on ka kõikide tulemuste lõikes kõige madalam tehingute täpsus. Teine erisus on 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi juures, kus lisa 2- välja toodud 66,21%-linge tehingute täpsus on langenud 54,26%-le.

Keskmiised kasumlikud tehingud on laias laastus langenud. Kui lisas 2-s on keskmine kasumlik tehing 6, 10, 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse tagasivaateperioodi lõikes vastavalt 1,54%, 1,45%, 2,51% ja 2,78%, siis lisas 3 on need vastavalt 1,38%, 1,83%, 2,19% ja 2,33%. Pika positsiooni 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi juures on keskmine kahjumlik tehing 3,84%, lisas 2 sama parameetri juures 2,40%. Keskmine tehingute arv 6 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi puhul on 1,02%, võrreldes 1,42%-iga lisa 2 tulemustest. Nii 6 kui ka 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi tulemused on lisa 1 ja 2 võrdluses märkimisväärselt langenud. Seega saab öelda, et 50 päeva Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood on osutunud suhtelise tugevuse 6 ja 20 päeva tagasivaateperioodidega kombineerimisel liiga pikalt tagasiulatavaks. Autori tuletatud strateegia tuleb arvesse võtta ajakohasemad ja hiljutisemad hinnaandmeid. Seda toetavad ka langenud tulusused ühe tehingu kohta. Kui seni näitasid parimaid tulususi 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodid (näiteks lisa 2-s on tulusused ühe tehingu kohta vastavalt 2,17% ja 2,09%) siis nüüd on tulusused ühe tehingu kohta langenud 1,78% ja 1,33%-le.

Lühikese positsiooni maksimaalne kasumlik tehing on 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodide juures 21,12% ja 26,53%. See tähendab, et tulusused on endiselt väga tugevalt mõjutatud 2008.aasta tehingute anomaaliast. Pika positsiooni tulusused on 6, 10, 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodid lõikes vastavalt 9,58%, -2,34%, 10,08% ja -21,26%. Kokkuvõtlikult võib öelda, et kõikide Bollinger'i vahemike tagasivaateperioodide juures, on autori pakutud strateegia osutunud mittetulusaks ning autor ei soovita antud strateegiat pika positsiooni puhul kasutada. Tulusused lühikese positsiooni tulemuste lõikes on langenud märgatavalt. Kõige suuremat langust näitab lühikese positsiooni 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi tulusus, mis on 124,86%, võrdluseks võib tuua kõige suuremat tulusust kogu strateegia lõikes näitanud 302,96%, mis saavutati lisa 2 samuti 20 päeva

suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi kasutades. Ligi poole võrra langes ka lühikese positsiooni 10 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi tulusus. Seega võib öelda, et strateegiat ei ole mõtet testida enam suuremaid Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioode kasutades.

Kokkuvõttes näitasid kõige suuremaid tulususi Bollinger'i vahemiku 10 ja 20 päeva tagasivaateperioodide ja suhtelise tugevuse indeksi 14 ja 20 päeva tagasivaateperioodide lühikese positsiooni tehingute kombinatsioonid. Bollinger'i vahemiku 10 päeva tagasivaateperioodi ja 14 ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi juures on tulusused vastavalt 227,03% ja 292,98% ja Bollinger'i vahemiku 20 päeva tagasivaateperioodi juures 273,71% ja 302,96%. Pika positsiooni tulemusi on mõistlik lühikese positsiooni tulemustest lahus hoida, sest analüüsi käigus selgus, et kuigi sisenemis- ja väljusmisreeglite parameetrid on samas suurusjärgus, kuid vastupidised, on tulemused kategooriliselt erinevad. On loogiline järeldada, et 50 päeva Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodi tulemused olid tunduvalt halvemad seetõttu, et tehingute arv oli liiga madal.

2.3. Kauplemissstrateegiate võrdlemine osta-hoia strateegiaga

Käesolevas alapeatükis toob bakalaureusetöö autor välja osta ja hoia strateegia tulususe ning võrdleb seda tehingutasusid arvesse võttes Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi kombineerimisel saadud kauplemissstrateegia tulususega. Osta ja hoia strateegia puhul on tulusused arvutatud selliselt, et sisenemishinnaks on võetud kasutatud SPY andmete kõige esimene päevane kohandatud sulgemishind ja väljumishinnaks on SPY andmete kõige viimane päevane kohandatud sulgemishind. Seega on 03.01.2000 – 30.12.2019 SPY päevaste sulgemishindade põhjal osta ja hoia strateegiat kasutades tulususeks 222,88%.

Tabel 2.4. Kõige tulusamaks osutunud strateegiate tulusused tehingutasusid arvesse võttes.

Strateegia		Tehingutasud		
		0.0%	0.1%	1.0%
BB 10 RSI 14 (lühike positsioon)	Tehingutasud	0.00	22.04	220.44
	Uus tulusus	227.03	204.98	6.58
BB 10 RSI 20 (lühike positsioon)	Tehingutasud	0.00	23.23	232.31
	Uus tulusus	292.98	269.74	60.66
BB 20 RSI 14 (lühike positsioon)	Tehingutasud	0.00	16.20	162.03
	Uus tulusus	273.71	257.51	111.68
BB 20 RSI 20 (lühike positsioon)	Tehingutasud	0.00	18.73	187.33
	Uus tulusus	302.96	284.23	115.63
Osta ja hoia	Tehingutasud	0.00	0.22	2.23
	Uus tulusus	222.88	222.66	220.65

Allikas: autori arvutused.

Tabelis 2.4 on välja toodud tehingutasusid arvesse võtvad tulusused kauplemisstrateegia parimaid tulususi näidanud kombinatsioonid Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi vahel. Kõik tehingutasud sisaldavad endas nii ostu- ja müügitehingute vahendustasusid, kui ka nõudluse (*ask*) ja pakkumise (*bid*) vahet (*spread*). Kõige suurem tehingutasu on 1%, kõige väiksem tehingutasu on 0% ja kõige tõenäolisem tehingutasu eelmise kahe keskel on 0,1%.

Kõige rohkem tehinguid toimus lühikese positsiooni 10 päeva Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodi ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi kombineerimisel saadud strateegia puhul, kokku 180 tehingut. See tähendab, et selle strateegia puhul mõjutavad tehingutasud kõige rohkem lõplikku tulusust. 0,1% juures on tehingukulud 23,23% ja 1% juures 232,31% lisada, millest kõige vähem mõjutavad tehingutasud autori pakutud strateegia juures 20 päeva Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodi ja 14 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi kombinatsioon. Tulemuseks on tehingutasude suurus 0,1% juures 16,20% ja 1% juures 111,68%. Kui võrrelda osta ja hoia strateegia pea olematuid tehingukulusid, 0,1% juures 0,22% ja 1% juures 2,23%, teiste strateegiate tehingukuludega, langevad teised strateegiad 1% tehingutasude taseme juures konkurentsist. 1% tehingutasud on tänapäeval väga haruldased ning aktsiakauplejaid nii suurte tehingutasudega ei eksisteeriks. 0,1% tehingutasude juures on aga autori pakutud

strateegia konkurentsivõimelisem. Neljast eraldi välja toodud kombinatsioonide tulusustest lausa 3 on suuremad kui osta ja hoia strateegia tulusus. Lühikese positsiooni 20 päeva Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodi ja 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodi kombineerides on tulusus rekordilised 284,23% ning ületab osta ja hoia strateegia tulusust 61,57%. 0% tehingutasude taseme juures on aga kõik välja toodud 4 strateegiat tulusamad kui osta ja hoia strateegia.

Kuigi autori pakutud strateegia suutis ületada osta ja hoia strateegiat mitmete parameetrite kombinatsioonide lõikes, tuleb arvesse võtta, et iga strateegia juures umbes 80%-100% tulususest lisandus paari üksiku tehinguga 2008.aastal. Sellest hoolimata näitas strateegia järjepidevust ja seda eelkõige lühikese positsiooni tehingutega. Järjepidevuse all peab autor silmas, et strateegiat rakendades toimus suurel hulgal korduvaid tehinguid, mis suutsid pakkuda pidevat tulususe tõusu. Strateegia suutis nii pulli- (*bullish market*) kui ka karuturu (*bearish market*) tingimustes kombineerida volatiilsust ja impulsse arvesse võttes täpseid sisenemis- ja väljumissignaale.

KOKKUVÕTE

Bollinger'i vahemik on selle avaldamisest 1980ndatel aastatel olnud üheks populaarsemaks tehnilises analüüsis kasutatavaks indikaatoriks. Valemitel põhineva meetodi abil joonistub välja kolmest joonest moodustuv süsteem, mille ülemised ja alumised piirid liiguvad hinnagraafiku ajateljel finantsinstrumendi hinnaga samas tempos. Libiseval keskmisel tuginev keskmine joon hoiab alati ülemise ja alumise piiriga sama distantssi. Klassikalises käsitluses on Bollinger'i vahemiku eesmärgiks anda märku hinnajoone kõrgetest ja madalatest positsioonidest. Lihtsustatult öelduna, kui hind liigub ülemise piiri juures, on tegemist kõrge hinnaga, kui alumise piiri juures, siis on tegemist madala hinnaga. Kuigi Bollinger'i vahemik on tõhus abimees hinnataseme analüüsis, ei ole ta piisav süsteemsete kauplemissignaalide andmisel. Ka käesoleva bakalaureusetöö alapeatükis 1.3 välja toodud Lento *et al.* (2007) ja Marek *et al.* (2017) tulemused näitavad, et Bollinger'i loodud indikaator ei suuda iseseisvalt, ka vastandlikku lähenemist rakendades, pakkuda tulusust, mis ületaks osta ja hoia strateegiat.

Efektiivse ja tulemusliku kauplemisstrateegia loomiseks soovitatakse tehnilise analüüsi indikaatoreid omavahel kombineerida. Tugeva strateegia aluseks on selle baseerumine laiapõhjalisel infol. Bollinger'i vahemik sisaldab endas infot hinna ja volatiilsuse kohta, seetõttu sobib ta hästi ka eraldiseisvalt volatiilsusmõõdiku rolli täitmiseks kauplemisstrateegias. Lisaks volatiilsusel põhinevatele indikaatoritele, jagatakse neid veel trendi ja impulssi näitavateks indikaatoriteks. Üks lihtsamaid, kuid ennast tõestanud impulssi näitavaks indikaatoriks on suhtelise tugevuse indeks. Iga hinna kohta pakub suhtelise tugevuse indeks välja numbri kahe ekstreemumi, 0 ja 100 vahel. J. Welles Wilder Jr. poolt 1978. aastal raamatus „*New Concepts in Technical Trading Systems*“ avaldatud indikaator ütleb kasutajale, kas finantsinstrument on mingil ajahetkel üle ostetud või üle müüdud. Traditsioonilise tõlgenduse kohaselt näitavad suhtelise tugevuse indeksi väärtused, mis on 70 või üle selle, et instrument on üle ostetud või tal on potentsiaali saada üle ostetuks. Suhtelise tugevuse indeksi väärtused, mis on aga 30 või alla selle, peetakse üle müüdud instrumendi tähiseks. Seega saab öelda, et need kaks välja toodud indikaatorit (Bollinger'i vahemik ja suhtelise tugevuse indeks) põhinevad erinevatel alustel ja on seega sobivad omavaheliseks kombineerimiseks, et luua tehnilisel analüüsil rajanev kauplemisstrateegia.

Käesoleva töö autor lõi seega kahel indikaatoril põhineva kauplemisstrateegia ning rakendas seda aktsiaindeksi S&P 500 peal. Kuna aktsiaindeksi endaga otseselt kaubelda ei saa, siis baseeruvad kõik tehingud börsil kaubeldava fondi (*ETF*) SPY hinnaliikumistel. Kauplemiseks ehitas autor üles süsteemi, mille abil on võimalik minevikul põhinevatel andmetel ostu- ja müügitehinguid läbi viia. Andmeteks kasutati SPY päevaseid sulgemishindu ajavahemikus 03.01.2000 – 30.12.2019. Sulgemishinnad on kohandatud vastavalt, et saadud tulemusi oleks võimalik võrrelda osta ja hoia strateegia tulemustega.

Ostu- ja müügitehingutesse sisenemiseks ja väljumiseks pani autor paika tingimused, mille abil tehingud toimuvad. Bollinger'i vahemikul ja suhtelise tugevuse indeksil põhinevad sisenemisreeglid pandi paika eesmärgiga siseneda pikka ja lühikest positsiooni. Tehingust väljumiseks koostas autor väljumistingimused, mis põhinevad suhtelise tugevuse indeksil.

Bakalaureusetöö empiirilises osas analüüsis autor saavutatud tulususi ning lisas neile tehingutasud. Kõige parema tulususes saavutas strateegia, mis kombineeris 20 päeva Bollinger'i vahemiku tagasivaateperioodi 20 päeva suhtelise tugevuse indeksi tagasivaateperioodiga. Saavutatud tulusus oli 0,1%-list tehingutasu arvesse võttes 284,23%. Tulemus oli osta ja hoia strateegiaga võrreldes 61,57% suurem. Kokkuvõttes oli 0,1%-lise tehingutasu juures osta ja hoia strateegiast tulusamad 3 kombinatsiooni ning 0%-lise tehingutasu juures olid 4 strateegiat tulusamad. Siinkohal tuleb arvestada, et iga strateegia juures umbes 80%-100% tulususest lisandus paari üksiku tehinguga 2008.aastal.

Autor leiab, et põhjapanevamate järelduste tegemiseks peaks Bollinger'i vahemiku ja suhtelise tugevuse indeksi aluseks võtva kauplemisstrateegia proovile panema nii teiste indeksite kui ka aktsiatega. Lisaks näeb autor nõrkuseid sisenemissignaalide puhul. Suuremate tulususte saavutamiseks oleks pidanud toimuma rohkem tehinguid ning vähem toimuma sisenemisi valesuunalistesse hinnaliikumistesse. Väljumissignaalid olid enamjaolt hästi ajastatud, kuid kui strateegia suudaks tuvastada paremini, mis suunalisse hinnaliikumisse ta on sisenenud, siis kasumlike tehingute pikaajalisem hoidmine suudaks samuti suuremaid tulususi pakkuda. Ühtlasi võib öelda, et strateegia ei ole suure tõenäosusega enam kasumlik, peale selle populaarsuse suurenemist ja kasutusele võtmist.

VIIDATUD ALLIKAD

1. **Achelis, S.** (1995). *Technical Analysis from A to Z*. McGraw-Hill.
2. **Balog, E., Wagner, D.** (2012). *Advanced Technical Analysis of ETFs*. John Wiley & Sons.
3. **Bird, R., Casavecchia, L.** (2007). Value enhancement using momentum indicators: the European experience. *International Journal of Managerial Finance*, 3 (3), pp. 229-262.
4. **Bollinger, J.** (2002). *Bollinger on Bollinger Bands*. McGraw-Hill.
5. **Brock, W., Lakonishok, J., LeBaron, B.** (1992). Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. *The Journal of Finance*, 1992, 5, 1731–1764.
6. **Chong, T., Ng, W., Liew, K.** (2014). Revisiting the Performance of MACD and RSI Oscillators. *J. Risk Financial Management*, 2014,7, 1-12.
7. Commissions. (n.d.). *Commissions - Stocks and ETFs - Unlimited, Zero Commissions Pricing Structure*. Retrieved from <https://www.interactivebrokers.com/en/index.php?f=1590&p=stocks3>
8. **Fang, J., Jacobsen, B., Qjn, Y.** (2014) Popularity versus Profitability: Evidence from Bollinger Bands. *The Journal of Portfolio Management Summer 2017*, 43 (4) 152-159.
9. **Gradojevic, N., Lento, C., Wright, C.** (2007). Investment information content in Bollinger Bands? *Applied Financial Economics Letters*, 3 (4) 263-267.
10. **Hudson, R., Dempsey, M., Keasey, K.** (1996). A note on the weak form efficiency of capital markets: The application of simple technical trading rules to UK stock prices - 1935 to 1994. *Journal of Banking & Finance*, 1996, vol. 20, issue 6, 1121-1132.
11. **Kenton, W.** (2019). *S&P 500 Index – Standard & Poor's 500 Index*. Investopedia. Retrieved from: <https://www.investopedia.com/terms/s/sp500.asp>, 14.01.20
12. **Kolkova, A.** (2018). Indicators Of Technical Analysis On The Basis of Moving Averages As Prognostic Methods In The Food Industry. *Journal of Competitiveness*, 10(4), 102–119.

13. **Langager, C.** (2019). *How is the Value of the S&P 500 Calculated?* Investopedia.
Retrieved from: <https://www.investopedia.com/ask/answers/05/sp500calculation.asp>, 15.01.20
14. **Leht, A.** (2014). Aktsiaindeks S&P 500 volatiilsusindeksi kombineerimine Bollinger'i vahemikuga tehnilisel analüüsil põhineva kauplemissüsteemi loomisel.
Retrieved from: https://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/37250/leht_argo.pdf?sequence=1,
04.12.20
15. **Lento, C.** (2007). The Profitability Of Technical Trading Rules: A Combined Signal Approach. *Journal of Applied Business Research*, 23 (1) 13-28.
16. **Lento, C., Gradojevic, N., Wright, C.S.** (2007). Investment information content in Bollinger Bands? *Applied Financial Economics Letters*, 3(4):263-267.
17. **Little, K.** (2019). *Learn What Market Indexes Say About Investing. The Balance.*
Retrieved from: <https://www.thebalance.com/what-market-indexes-tell-us-3141365>,
15.01.20
18. **Marek, P., Sediva, B.** (2017). *Optimization and Testing of RSI.* Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/322209653_Optimization_and_Testing_of_RSI, 15.12.20
19. **Pinakin, S.N., Manubhai, P.T.** (2015). Comparative Study on Technical Analysis by Bollinger Band and RSI. *International Journal in Management and Social Science*, 3 (6) 234-251.
20. **Shoven, J., Sialm, C.** (2000). The Dow Jones Industrial Average: The Impact of Fixing Its Flaws. *Journal of Wealth Management*, 3(3):9-18.
21. Standard & Poor's. (2019). *S&P Dow Jones Indices. S&P U.S. Indices Methodology.*
Retrieved from: <https://us.spindices.com/documents/methodologies/methodology-sp-us-indices.pdf>, 15.01.20
22. The McGraw-Hill Companies, Inc. (2011). *S&P Indices. S&P Index Mathematics Methodology.*
Retrieved from: https://web.archive.org/web/20111106115820/https://www.sp-indexdata.com/idpfiles/shariah/prc/active/whitepapers/Methodology_Index_Math_Web.pdf, 15.01.20

23. **Valetkevitch, C.** (2013). *Key dates and milestones in the S&P 500's history*. Reuters. Retrieved from: <https://www.reuters.com/article/us-usa-stocks-sp-timeline-idUSBRE9450WL20130506>, 14.01.20
24. **Welles Wilder Jr., J.** (1978). *New Concepts in Technical Trading Systems*. Hunter Publishing Company.
25. Yahoo!Finance. (2020). *SPDR S&P 500 ETF Trust (SPY)*. Retrieved from: <https://finance.yahoo.com/quote/SPY/history?p=SPY&.tsrc=fin-srch>, 14.01.20

LISAD

Lisa 1. Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 10 päeva, SPY põhjal tehtud tehingute tulemused.

Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 10				
Karakteristik	RSI tagasivaateperiood			
	6	10	14	20
Tehingute arv	137	249	287	308
Pika positsiooni tehingute arv	53	107	117	128
Lühikese positsiooni tehingute arv	84	142	170	180
Kasumlike tehingute arv	99	175	194	202
Pika positsiooni kasumlike tehingute arv	33	65	67	73
Lühikese positsiooni kasumlike tehingute arv	66	110	127	129
Kahjumlike tehingute arv	38	74	93	106
Pika positsiooni kahjumlike tehingute arv	20	42	50	55
Lühikese positsiooni kahjumlike tehingute arv	18	32	43	51
Tehingute täpsus (%)	72.26	70.28	67.60	65.58
Pika positsiooni tehingute täpsus (%)	62.26	60.75	57.26	57.03
Lühikese positsiooni tehingute täpsus (%)	78.57	77.46	74.71	71.67
Keskmine kasumlik tehing (%)	1.15	1.33	1.92	2.15
Pika positsiooni keskmine kasumlik tehing (%)	0.74	0.95	1.44	1.44
Lühikese positsiooni keskmine kasumlik tehing (%)	1.36	1.56	2.18	2.55
Keskmine kahjumlik tehing (%)	-1.05	-1.38	-1.57	-1.65
Pika positsiooni keskmine kahjumlik tehing (%)	-1.44	-2.21	-1.92	-2.53
Lühikese positsiooni keskmine kahjumlik tehing (%)	-0.62	-0.87	-1.15	-0.70
Keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	1.09	0.97	1.23	1.30
Pika positsiooni keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	0.51	0.43	0.75	0.57
Lühikese positsiooni keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	2.20	1.79	1.89	3.66
Keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	0.54	0.45	0.79	0.84
Pika positsiooni keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	-0.09	-0.29	0.00	-0.27
Lühikese positsiooni keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	0.94	1.01	1.34	1.63
Pika positsiooni maksimaalne kasumlik tehing (%)	4.73	3.14	7.91	8.94
Lühikese positsiooni maksimaalne kasumlik tehing (%)	6.18	6.95	20.79	26.20
Pika positsiooni maksimaalne kahjumlik tehing (%)	-7.61	-7.74	-8.24	-13.36
Lühikese positsiooni maksimaalne kahjumlik tehing (%)	-2.54	-3.34	-7.07	-3.19
Tulusus (%)	73.93	112.55	227.57	258.95
Pika positsiooni tulusus (%)	-4.80	-31.15	0.54	-34.03
Lühikese positsiooni tulusus (%)	78.73	143.70	227.03	292.98

Lisa 2. Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 20 päeva, SPY põhjal tehtud tehingute tulemused.

Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 20				
Karakteristik	RSI tagasivaateperiood			
	6	10	14	20
Tehingute arv	100	163	224	255
Pika positsiooni tehingute arv	24	63	98	110
Lühikese positsiooni tehingute arv	76	100	126	145
Kasumlike tehingute arv	71	119	160	162
Pika positsiooni kasumlike tehingute arv	16	45	63	66
Lühikese positsiooni kasumlike tehingute arv	55	74	97	96
Kahjumlike tehingute arv	29	44	64	93
Pika positsiooni kahjumlike tehingute arv	8	18	35	44
Lühikese positsiooni kahjumlike tehingute arv	21	26	29	49
Tehingute täpsus (%)	71.00	73.01	71.43	63.53
Pika positsiooni tehingute täpsus (%)	66.67	71.43	64.29	60.00
Lühikese positsiooni tehingute täpsus (%)	72.37	74.00	76.98	66.21
Keskmine kasumlik tehing (%)	1.54	1.45	2.51	2.78
Pika positsiooni keskmine kasumlik tehing (%)	0.66	0.84	1.62	1.70
Lühikese positsiooni keskmine kasumlik tehing (%)	1.80	1.82	3.10	3.52
Keskmine kahjumlik tehing (%)	-1.09	-1.29	-1.46	-1.51
Pika positsiooni keskmine kahjumlik tehing (%)	-1.33	-1.66	-1.92	-2.40
Lühikese positsiooni keskmine kahjumlik tehing (%)	-1.00	-1.03	-0.92	-0.71
Keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	1.42	1.13	1.72	1.84
Pika positsiooni keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	0.49	0.51	0.84	0.71
Lühikese positsiooni keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	1.81	1.76	3.37	4.96
Keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	0.78	0.71	1.38	1.21
Pika positsiooni keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	-0.01	0.13	0.35	0.06
Lühikese positsiooni keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	1.03	1.08	2.17	2.09
Pika positsiooni maksimaalne kasumlik tehing (%)	1.84	4.20	8.83	7.82
Lühikese positsiooni maksimaalne kasumlik tehing (%)	8.32	8.99	22.82	28.23
Pika positsiooni maksimaalne kahjumlik tehing (%)	-2.98	-3.85	-4.08	-12.41
Lühikese positsiooni maksimaalne kahjumlik tehing (%)	-4.74	-3.34	-2.83	-3.19
Tulusus (%)	78.03	116.16	308.40	309.60
Pika positsiooni tulusus (%)	-0.14	8.05	34.69	6.64
Lühikese positsiooni tulusus (%)	78.17	108.11	273.71	302.96

Lisa 3. Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 50 päeva, SPY põhjal tehtud tehingute tulemused.

Bollinger'i vahemiku tagasivaateperiood 50				
Karakteristik	RSI tagasivaateperiood			
	6	10	14	20
Tehingute arv	143	112	130	148
Pika positsiooni tehingute arv	57	27	41	54
Lühikese positsiooni tehingute arv	86	85	89	94
Kasumlike tehingute arv	98	77	95	88
Pika positsiooni kasumlike tehingute arv	35	14	27	37
Lühikese positsiooni kasumlike tehingute arv	63	63	68	51
Kahjumlike tehingute arv	45	35	35	60
Pika positsiooni kahjumlike tehingute arv	22	13	14	17
Lühikese positsiooni kahjumlike tehingute arv	23	22	21	43
Tehingute täpsus (%)	68.53	68.75	73.08	59.46
Pika positsiooni tehingute täpsus (%)	61.40	51.85	65.85	68.52
Lühikese positsiooni tehingute täpsus (%)	73.26	74.12	76.40	54.26
Keskmine kasumlik tehing (%)	1.38	1.83	2.19	2.33
Pika positsiooni keskmine kasumlik tehing (%)	0.97	1.53	1.36	1.19
Lühikese positsiooni keskmine kasumlik tehing (%)	1.60	1.90	2.51	3.17
Keskmine kahjumlik tehing (%)	-1.35	-1.24	-1.12	-1.70
Pika positsiooni keskmine kahjumlik tehing (%)	-1.11	-1.83	-1.90	-3.84
Lühikese positsiooni keskmine kahjumlik tehing (%)	-1.58	-0.89	-0.60	-0.85
Keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	1.02	1.48	1.95	1.38
Pika positsiooni keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	0.87	0.84	0.71	0.31
Lühikese positsiooni keskmine kasumlik tehing/keskmine kahjumlik tehing	1.02	2.14	4.17	3.72
Keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	0.52	0.87	1.30	0.70
Pika positsiooni keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	0.17	-0.09	0.25	-0.39
Lühikese positsiooni keskmine tulusus ühe tehingu kohta (%)	0.75	1.18	1.78	1.33
Pika positsiooni maksimaalne kasumlik tehing (%)	6.68	8.90	6.68	4.70
Lühikese positsiooni maksimaalne kasumlik tehing (%)	6.86	8.99	21.12	26.53
Pika positsiooni maksimaalne kahjumlik tehing (%)	-3.83	-4.99	-4.08	-13.36
Lühikese positsiooni maksimaalne kahjumlik tehing (%)	-7.52	-2.41	-2.43	-3.35
Tulusus (%)	74.23	97.74	168.41	103.59
Pika positsiooni tulusus (%)	9.58	-2.34	10.08	-21.26
Lühikese positsiooni tulusus (%)	64.65	100.09	158.34	124.86

SUMMARY

ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE OF THE TRADING STRATEGY DERIVED FROM THE COMBINATION OF THE BOLLINGER BANDS AND RELATIVE STRENGTH INDEX TO THE S&P 500

Bertram Sargla

The Bollinger Bands has been one of the most popular indicators used in technical analysis since its publication in the 1980s. It is recommended to combine technical analysis indicators in order to create an efficient trading strategy. The basis of a strong strategy is that it is based on broad-based information. In 1978 J. Welles Wilder Jr. introduced one of the simplest but proven momentum indicators relative strength index (RSI) in a book called "New Concepts in Technical Trading Systems". The two indicators presented are based on different bases and are therefore suitable for combination in order to create a trading strategy.

The goals of the bachelor's thesis are assessed on the basis of the performance of the trading strategy derived by combining the Bollinger Bands and the relative strength index (RSI) on the basis of the US Standard & Poor's 500 stock index. In order to achieve the aim of the work, the author has set the following research tasks:

- To describe the structure of the Bollinger Bands indicator;
- Give an insight of the structure of the Relative Strength Index based on technical analysis;
- Review the previous studies of trading strategies based on Bollinger Bands and the Relative Strength Index;
- Create specific entry and exit conditions considering the specifics of the indicators;
- Set metrics to measure the effectiveness of a trading strategy;
- Determining and calculating the transaction fees;
- Comparing the trading strategy with the "buy and hold" strategy.

For trading, the author built a system that allows buying and selling transactions based on the daily adjusted closing prices of SPY between 03.01.2000 and 30.12.2019. In order to enter and exit purchase and sale transactions, the author set the conditions under which

the transactions take place. Entry rules based on the Bollinger Bands and relative strength index were established for the purpose of entering into long and short position. To exit the transaction, the author prepared exit conditions based on the relative strength index.

In the empirical part of the bachelor's thesis, the author analyzed the achieved profitability and added transaction fees to them. The strategy that combined the 20-day Bollinger Bands period with the 20-day Relative Strength Index period achieved the best return of 284.23%, taking into account the 0.1% transaction fee. The results showed 61.57% higher return than compared to the buy and hold strategy. In total, 3 combinations were more profitable than buy and hold strategy at a transaction fee of 0.1%. It should be taken into account that for each strategy, about 80% -100% of the profitability was increased in 2008 by a few individual transactions.

The author considers that in order to draw more fundamental conclusions, the trading strategy based on the Bollinger Range and Relative Strength Index should be tested with other indices as well as stocks. It can also be said that the strategy is no longer likely to be profitable once it has grown in popularity and become operational.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Bertram Sargla,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose
„BOLLINGER’I VAHEMIKU JA SUHTELISE TUGEVUSE INDEKSI
KOMBINEERIMISEL TULETATUD KAUPLEMISSTRATEEGIA
TOOTLUSE HINDAMINE AKTSIAINDEKS S&P 500 PÕHJAL“,

mille juhendaja on Jaan Masso,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Bertram Sargla
14.01.2021